This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.

+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.

+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.

+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

Über dieses Buch

Dies ist ein digitales Exemplar eines Buches, das seit Generationen in den Regalen der Bibliotheken aufbewahrt wurde, bevor es von Google im Rahmen eines Projekts, mit dem die Bücher dieser Welt online verfügbar gemacht werden sollen, sorgfältig gescannt wurde.

Das Buch hat das Urheberrecht überdauert und kann nun öffentlich zugänglich gemacht werden. Ein öffentlich zugängliches Buch ist ein Buch, das niemals Urheberrechten unterlag oder bei dem die Schutzfrist des Urheberrechts abgelaufen ist. Ob ein Buch öffentlich zugänglich ist, kann von Land zu Land unterschiedlich sein. Öffentlich zugängliche Bücher sind unser Tor zur Vergangenheit und stellen ein geschichtliches, kulturelles und wissenschaftliches Vermögen dar, das häufig nur schwierig zu entdecken ist.

Gebrauchsspuren, Anmerkungen und andere Randbemerkungen, die im Originalband enthalten sind, finden sich auch in dieser Datei – eine Erinnerung an die lange Reise, die das Buch vom Verleger zu einer Bibliothek und weiter zu Ihnen hinter sich gebracht hat.

Nutzungsrichtlinien

Google ist stolz, mit Bibliotheken in partnerschaftlicher Zusammenarbeit öffentlich zugängliches Material zu digitalisieren und einer breiten Masse zugänglich zu machen. Öffentlich zugängliche Bücher gehören der Öffentlichkeit, und wir sind nur ihre Hüter. Nichtsdestotrotz ist diese Arbeit kostspielig. Um diese Ressource weiterhin zur Verfügung stellen zu können, haben wir Schritte unternommen, um den Missbrauch durch kommerzielle Parteien zu verhindern. Dazu gehören technische Einschränkungen für automatisierte Abfragen.

Wir bitten Sie um Einhaltung folgender Richtlinien:

+ *Nutzung der Dateien zu nichtkommerziellen Zwecken* Wir haben Google Buchsuche für Endanwender konzipiert und möchten, dass Sie diese Dateien nur für persönliche, nichtkommerzielle Zwecke verwenden.

+ *Keine automatisierten Abfragen* Senden Sie keine automatisierten Abfragen irgendwelcher Art an das Google-System. Wenn Sie Recherchen über maschinelle Übersetzung, optische Zeichenerkennung oder andere Bereiche durchführen, in denen der Zugang zu Text in großen Mengen nützlich ist, wenden Sie sich bitte an uns. Wir fördern die Nutzung des öffentlich zugänglichen Materials für diese Zwecke und können Ihnen unter Umständen helfen.

+ *Beibehaltung von Google-Markenelementen* Das "Wasserzeichen" von Google, das Sie in jeder Datei finden, ist wichtig zur Information über dieses Projekt und hilft den Anwendern weiteres Material über Google Buchsuche zu finden. Bitte entfernen Sie das Wasserzeichen nicht.

+ *Bewegen Sie sich innerhalb der Legalität* Unabhängig von Ihrem Verwendungszweck müssen Sie sich Ihrer Verantwortung bewusst sein, sicherzustellen, dass Ihre Nutzung legal ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass ein Buch, das nach unserem Dafürhalten für Nutzer in den USA öffentlich zugänglich ist, auch für Nutzer in anderen Ländern öffentlich zugänglich ist. Ob ein Buch noch dem Urheberrecht unterliegt, ist von Land zu Land verschieden. Wir können keine Beratung leisten, ob eine bestimmte Nutzung eines bestimmten Buches gesetzlich zulässig ist. Gehen Sie nicht davon aus, dass das Erscheinen eines Buchs in Google Buchsuche bedeutet, dass es in jeder Form und überall auf der Welt verwendet werden kann. Eine Urheberrechtsverletzung kann schwerwiegende Folgen haben.

Über Google Buchsuche

Das Ziel von Google besteht darin, die weltweiten Informationen zu organisieren und allgemein nutzbar und zugänglich zu machen. Google Buchsuche hilft Lesern dabei, die Bücher dieser Welt zu entdecken, und unterstützt Autoren und Verleger dabei, neue Zielgruppen zu erreichen. Den gesamten Buchtext können Sie im Internet unter `http://books.google.com` durchsuchen.

Eng
1438
70

GODFREY LOWELL CABOT SCIENCE LIBRARY
of the Harvard College Library

This book is
FRAGILE
and circulates only with permission.
Please handle with care
and consult a staff member
before photocopying.

Thanks for your help in preserving
Harvard's library collections.

Harvard College
1870

Ueber das Vorkommen

der

Chlor-, Brom- und Jodverbindungen des Silbers in der Natur.

Ein Beitrag

zur

Kenntniss der geologischen und bergbaulichen Verhältnisse

von

Nordchile

von

Dr. Fr. A. Moesta.

Mit 4 Tafeln.

MARBURG.

Verlag von Oscar Ehrhardt's Universitäts-Buchhandlung.

1870.

~~4577~~
Eng. 1438.70

1873, Jan. 23.

Dem wohlwollenden Beförderer seiner Studien

Herrn

Prof. Dr. G. L. Carius,

Doctor der Philosophie, ordentlichem Professor der Chemie und Director des chemischen Laboratoriums zu Marburg,

in

Verehrung und Dankbarkeit

gewidmet

von dem Verfasser.

Vorrede.

Die eigenthümliche Erscheinung der Zusammenhäufung grösserer Massen metallischer Verbindungen auf Gebirgsspalten, in Gängen und Lagern, hat für den Geologen sowohl als für den Bergmann ein gleich grosses Interesse. Die vielen hieran sich knüpfenden Fragen über Erzbildung, Erzvertheilung, Erzalter und Umbildung der Erze, haben allgemeine Erklärungen theilweise wohl schon gefunden, im einzelnen jedoch ist noch gar Vieles dunkel und die Gang- und Erzbildung überhaupt noch ein Problem, dessen endgültige Lösung nur mit Zugrundelegung eines möglichst umfangreichen Beobachtungsmaterials möglich sein wird. Kaum nöthig ist es zu sagen, dass die Chemie vor allem dazu berufen erscheinen muss, der Erforschung dieses Gegenstandes, sowie vieler anderen wichtigen geologischen Fragen eine exacte Gestaltung zu geben; „ist doch unsere Erde, wie Bischoff so treffend sagt, ein grosses chemisches Laboratorium, in welchem seit der ersten Schöpfungsperiode ununterbrochen chemische Processe von Statten gehen und so lange von Statten gehen werden, als sie ihre Bahn um die Sonne beschreiben wird.“ Sollen aber die Resultate derartiger Untersuchungen nutzbringend für die Geologie sein, so sind für dieselben die Beobachtungen der Vorkommnisse in der Natur sowie der dieselben begleitenden Er-

scheinungen ein nothwendiges Erforderniss. Als Beitrag zu diesen dürften daher die im folgenden über einige chilenische Silbererzvo rkommnisse gegebenen Mittheilungen nicht ohne Interesse sein, indem dieselben auf eigener Anschauung beruhen, zu welcher ein mehrjähriger Aufenthalt in Chile und zwar in den Bergbaudistrikten der nördlichsten Provinz, Atacama, mir um so mehr Gelegenheit bot, als ich Anlass hatte mehrfach in unmittelbare Beziehung zum Grubenbetriebe selbst zu treten und somit die Verhältnisse, unter welchen dieser stattfindet, eingehend kennen zu lernen. Es sind diese in vieler Beziehung äusserst eigenthümlich; schon das massenhafte Vorkommen der Chlor-, Brom- und Jodverbindungen des Silbers ist eine dem europäischen Bergbaue gänzlich fremde Erscheinung; die räthselhafte Vertheilung der Erze auf den Gängen, welche man mit den Namen Adelsvorschub, Erzsäulen oder allgemein Veredelungszonen bezeichnet, treten in einer so typischen Weise auf, dass hier mehr als anderswo eine Anregung zur Erforschung ihrer Ursachen oder ihres Zusammenhanges mit anderen Erscheinungen gegeben ist.

Die Beobachtungen über die Beziehung der Erzmittel zum Nebengesteine werden in diesen Gegenden sehr erheblich durch den Umstand unterstützt, dass das Gebirge bis zu bedeutender Tiefe (über 2500 Fuss) hinab kein Wasser führt und dessen zersetzenden Wirkungen jene Beziehungen nicht verwischt oder unsicher gemacht haben; auch ist das Nebengestein in edlen Zonen in der Regel bauwürdig, wodurch dasselbe in günstigster Weise der Beobachtung erschlossen wird.

Zur Veröffentlichung meiner Beobachtungen bestimmte mich hauptsächlich der fast gänzliche Mangel an Literatur über jene Verhältnisse und der von Bischoff in seinem Lehrbuche der chemischen Geologie bei Besprechung der Chlor-, Brom- und Jodverbindungen des Silbers gegebene Hinweis auf das wünschenswerthe einer Untersuchung der Verhältnisse, unter welchen diese Verbindungen in der Natur auftreten.

Von vorhandenen Arbeiten über diesen Gegenstand sind mir nur die von Pissis in den Annalen der Universität von Santiago und auch in den Annales des mines veröffentlichten Aufsätze bekannt, welche jedoch so völlige Entstellungen der natürlichen Vorkommnisse enthalten, dass

ich einzelne Behauptungen aus denselben angeführt habe, um zu zeigen, wie sehr es zu bedauern ist, dass ein Auszug jener Aufsätze in Cotta's Werk über Erzlagerstätten Aufnahme gefunden hat.

Ueber die allgemeinen Verhältnisse der Wüste Atacama finden sich einige kurze Bemerkungen in Darvin's Reisen und eine Anzahl Beobachtungen von Philippi in dessen Werke: Reise durch die Wüste Atacama.

Eines Mannes glaube ich bei dieser Gelegenheit noch erwähnen zu müssen, welcher sich um die mineralogische Erforschung von Chile und besonders der Verbreitung der mineralogischen Kenntniss im eignen Lande grosse Verdienste erworben hat: es ist dieses Don Ignacio Domeyko, Professor der Mineralogie an der Universität in Santiago, welchem wir auch eine Reihe von Analysen der hier betrachteten Erze verdanken.

Die mitgetheilten chemischen Untersuchungen und Versuche habe ich im hiesigen chemischen Laboratorium ausgeführt und fühle mich verpflichtet, dem Director desselben, Herrn Prof. Carius, hiermit öffentlich meinen Dank für seine wissenschaftliche Hülfe auszusprechen.

Marburg, im December 1868.

Fr. Moesta.

Orographische und allgemeine Verhältnisse.

Vom dreiundzwanzigsten Grade südlicher Breite dehnt sich längs dem Gestade des stillen Oceans bis zur südlichsten Spitze von Amerika, dem Cap Horn, das Territorium der Republik Chile. Wie im Westen das Meer demselben eine natürliche Grenze gibt, in gleicher Weise zieht eine zweite solche die Cordillera de los Andes im Osten und bestimmt seine Ausdehnung nach dieser Himmelsgegend, welche kleiner oder grösser ist, je nachdem sich beide Begrenzungslinien einander nähern oder mehr von einander entfernen. Es schwankt hierdurch dieselbe zwischen 20 und 60 Meilen. Für die durchschnittliche Breite des Landes kann man 40 Meilen etwa annehmen. Auf diese Weise characterisirt sich Chile als ein schmales sehr lang gestrecktes Küstenland; dann selbst da, wo die Cordillera am meisten landeinwärts zieht und das Land sich auf das Maximum seiner Breite ausdehnt, tritt diese doch immer noch sehr zurück gegen dessen Längenerstreckung, welche einen Bogen von mehr als 32 Breitegraden überspannt und die verschiedenen Klimazonen der Erde in sich schliesst; von der Tropensonne des Nordens durch die gemässigte Zone des mittleren Theiles bis zu der ins Meer hinabreichenden Gletscherregion der Magelansstrasse und dem düsteren Feuerlande, das einsam seine nackten Riffe und felsigen Eilande noch weit vorschiebt in die ewig brandenden Wogen der Südsee. Naturgemäss theilt sich dieses Land nach der Verschiedenheit seines Klimas, seines Bodens und seiner wirthschaftlichen Interessen in mehrere Zonen, die sich jedoch in günstigster Weise gegenseitig ergänzen. Der südlichste Theil ist in gegenwärtiger Zeit bei der überhaupt nur geringen Dichtigkeit der Bevölkerung staatlich von fast keiner Bedeutung, wenngleich regierungsseitig zur Wahrung der geographischen Grenzen und politischen Interessen eine Besatzung

in der Magelanstrasse unterhalten wird. Ungleich wichtiger dagegen ist der mittlere und nördliche Theil, deren wesentliche Verschiedenheit durch den fast gänzlichen Mangel atmosphärischer Niederschläge im Norden bedingt wird, wogegen im Süden, und mehr oder weniger intensiv je nach der geographischen Lage, ein Winter oder doch eine Regenzeit die Jahreszeiten scheidet. Eine scharfe Grenze zwischen beiden gibt es der Natur der Sache nach nicht, und weniger noch wegen des besonderen Umstandes, dass die Schneelinie der Cordillera sich gen Norden nicht so rasch hebt als man physiographisch wohl erwarten dürfte und so hier in verticaler Richtung eine hydrographische Zone entsteht, die jene zwischen Nord und Süd weniger scharf hervortreten lässt, indem diese Gegenden, obgleich mit nur wenig Regentagen im Jahre, in dem Schnee der nicht fernen Cordillera ein nie versiegendes Wasserdepot besitzen, das seinen Inhalt in Bächen und Flüssen stetig hinabsendet in das Land, dessen Bewohner dieselben in hundertarmigen Canälen fruchtbringend über den Boden ausbreiten. In diesen Gegenden beschränkt sich daher die Vegetation auf die künstlich bewässerten Ebenen und den quellenreichen Saum der Cordillera; sie nimmt mit den steigenden Breitegraden ebenso stetig zu, als sie in entgegengesetzter Richtung abnimmt. Gen Süden überziehen sich die Gehänge mehr und mehr mit einer grünen Decke bis sie sich in undurchdringliche Wälder einhüllen; gen Norden hingegen treten die bunten Gesteinsfarben der Berge immer deutlicher hervor, immer breiter werden die unwirthbaren Räume zwischen den Flüssen, deren Thäler als grüne Bänder das Land quer von den Anden bis zum Meere durchziehen, bis auch sie verschwinden und sich dann nordwärts die felsige Wüste ausdehnt, wasserlos und öde bis noch weit hinaus über die Grenzen des Landes. Gleichwie aber der Boden im Süden fruchtbringend ist und die klimatischen Verhältnisse den Ackerbau begünstigen, ebenso gross ist der Erzreichthum der Berge im Norden und seine Sterilität und Wasserarmuth vortheilhaft für die Industrie des Bergbaues. Je mehr letzterer emporblüht, um so besser kann jener seine Producte verwerthen, erleichtert noch durch das nahe Meer als bequeme und billigste Verbindungsstrasse, und so bekundet sich hier das eigenthümliche Verhältniss, dass der unwirthbarste Theil eines Landes zugleich der wichtigere desselben sein kann. Beide aber ergänzen sich gegenseitig zur Hebung der ihnen von der Natur in verschwenderischem Maasse gespendeten Schätze, begünstigt in ihrer friedlichen Entwickelung durch die geographische Abgeschlossenheit von den ordnungslosen Nachbarländern durch die Mauer der Cordillera im Osten, durch die Wüste Atacama im Norden.

Unter dem Norden von Chili oder der Provinz Atacama, deren geologischen und bergbaulichen Verhältnisse Gegenstand der folgenden Betrachtung sein sollen, kann man allgemein die Wüste, el disierto de Atacama, verstehen, da deren südliche Grenze füglich in das Thal von Huasco gesetzt werden kann als nördlich das letzte in Chile, dessen Gewässer das Meer erreichen. Von hier ab gerechnet ergiebt sich für den in chilenisches Gebiet fallenden Theil der Wüste ein Flächeninhalt von 16 — 1800 geographischen Quadratmeilen.

Von dem wasserreichen Thale von Huasco folgt nördlich über mehr als einen Breitegrad ausgedehnt ein wasserloser Landstrich mit einer weiten Zwischenebene, travesia, längs der Mitte desselben bis zum Fusse der Gebirgskette von ostwestlicher Richtung, welche für das Thal von Copiapò einen scharf markirten Rand zieht. Der Höhenzug, welcher die travesia vom Meere trennt, ist wenig zusammenhängend und öffnet ihr durch breite Querthäler mannigfache Verbindungen mit der Küste. Namentlich im nördlichen Theile derselben senkt sich ein breiter Arm nach dem Hafen von Carrizal, ein anderer in noch grösserer Breite nach der Bai von Totoral und ist hier von dem der Küste naheliegenden Theile des Thales von Copiapò nur durch ein wellenförmiges sandiges Flachland getrennt. Längs des Ostrandes erhebt sich steil ein äusserst zerrissenes und unzugängliches Gebirgsland, die Vorgebirge der Cordillera, und an ihrem Saume finden wir die grösste Längenerstreckung der travesia mit mehr östlicher Richtung. Sie heisst hier la quebrada de yerba buena und reicht bis an den Fuss des Cerro blanco, einen mächtigen Gebirgsstock mit granitischem Kerne, dessen Nordseite in schroffen Abstürzen die rechte Thalwand des Flusses von Copiapò bildet. Die Breite dieser Zwischenebene beträgt meist 1 bis 2 Stunden; (siehe Taf. III) an ihrem nördlichen Ende jedoch, wo jene breiten Querthäler nach dem Meere abzweigen und die Hauptthalsohle sich östlich wendet, breitet sie sich unabsehbar zu einer scheinbar horizontalen Fläche aus, in welche von Norden her die Berge von Bajonales, Chañarcillo und Bandurias rippenartig eingeschoben sind und die Uebergänge, portezuelas, nach dem Thale von Copiapò als muldenartige Einsenkungen zwischen sich offen lassen.

Das letztere Thal hat im Allgemeinen einen etwas nach Süden gerichteten Verlauf, und ist daher mit seinen Verzweigungen in der Cordillera von erheblicher Längenerstreckung. Seine Breite ist nur unbedeutend; an der breitesten Stelle nicht über 2000 Meter, meist jedoch viel geringer und häufig nicht grösser als das Flussbett selbst, wenn die steilen Gehänge der einschliessenden Berge bis an dasselbe herantreten, oder doch ihre Schutthalden bis dahin vorschieben.

Der Fluss ist bei etwa 10 Schritt Breite kaum 1 Fuss tief und seine Wasser reichen an vielen Stellen nicht hin die ganze Thalfläche, so gering sie auch ist, zu bewässern. Bei piedra colgada unterhalb der Stadt Copiapó und etwa 42 englische Meilen noch vom Meere entfernt, verliert sich derselbe gänzlich, resorbirt durch die in seinem Laufe bewässerten Felder und verdunstet in der heissen Atmosphäre. Von da bis zur Küste ist das Thal trocken; das ganze umgebende Terrain weithin mit leicht beweglichem Sande überdeckt und so flach, dass die Gipfel der entfernten Höhenzüge kaum über dem Horizonte emportauchen, genau der Vorstellung entsprechend, welche man sich gemeiniglich von einem Lande mit der Bezeichnung Wüste zu bilden pflegt. Mehrorts ist der Boden sehr stark mit schwefelsaurem Natron, Kochsalz, Gyps und Salpeter imprägnirt; solche weissen Salzfelder mit ihrer zu aufrecht stehenden Schollen eflorescirten Oberfläche geben der Landschaft ein unheimliches Ansehen. Der Hafenort Caldera liegt nördlich mehrere Meilen von der Mündung des Thales in das Meer entfernt; er bezieht seinen Wasserbedarf durch Destillation des Meerwassers oder mit der Eisenbahn von dem 50½ engl. Meilen entfernten Copiapó. Die Provinzialhauptstadt Copiapó, früher San Fransisco de la selva genannt, ist wie fast alle südamerikanischen Städte in regelmässigen Vierecken angelegt, indem in je 350 varas (ca. 290 meter) Entfernung die Strassen sich rechtwinklig kreuzen. Die Häuser sind fast durchgängig einstöckig und schliessen im Innern einen oder mehrere Höfe ein; ihre Bauart ist sehr einfach: fast ohne jede Grundmauer werden aus 4zölligem Holze die Wände errichtet, die man unten und oben in einen Rahmen vereinigt und durch Querhölzer mit einander verankert; dann werden die Wände mit gespaltenem Guyaquilrohr in- und auswendig benagelt und getüncht; in derselben Weise wird auch das Dach hergestellt. Die Zimmerdecken bildet ein ungebleichtes Baumwollzeug, tucuyo; Schutz gegen Kälte und Regen ist nicht nöthig. Diese Construction ist sehr zweckmässig und widersteht vermöge ihrer Elasticität und durchgehenden Verbindung vortrefflich den hier so häufig und oftmals sehr intensiv auftretenden Erdbeben. Die Stadt macht beim ersten Besuche keinen angenehmen Eindruck, aber der rührige Geist ihrer Bewohner, deren industrielle Thätigkeit eine wahrhaft enorme Ausfuhr von Metallen und Erzen nach Europa erzeugt, und so eine stetige Beziehung mit diesem Welttheile unterhält, unterscheidet sich vortheilhaft und wohlthuend von der Apathie, welche den meisten südamerikanischen Völkern eigen ist. Thalabwärts wird die Stadt durch einen Complex kleinerer Landbesitzungen, la chimba, geschlossen, deren Boden sehr ergiebig und mit wohlgeregelter Bewässerung präch-

tige Trauben, Feigen, Granaten, Melonen, Orangen etc. erzeugt. Thalaufwärts begegnet man, ausser den sich aneinander reihenden Landgütern (haciendas, chacras, fincas) mehreren Gehöften wie Tierra amarilla, Punta de cobre, Nantoco, Cerrillos, Totoralillo und dem Dörfchen Pabellon, das sich höchst traurig auf der hier vom Flusse mit Sand und Geröllen überschütteten uncultivirbaren Ebene erhebt. Von da wird der Charakter des Thales ein anderer, man tritt in das Gebiet der Vorgebirge der Cordillera, die Steigung der Thalsohle wird stärker, die einschliessenden Berge sind schroffer und rücken näher zusammen; das längs des Flusses hinziehende grüne Land ist über Potrero seco, Hornito und die Pachete durchschnittlich sehr schmal. Der Landbau producirt Waizen und Gerste, ziemlich viel Wein und Südfrüchte, jedoch nur einen geringen Theil von dem, was die Provinz verbraucht. An allen den genannten Orten sowie in Copiapó selbst bestehen grössere Etablissements zur Verhüttung der von den Gruben kommenden Erze, Silberamalgamirwerke und Kupferschmelzen. Ist die Vegetation dieses Thales auch staubbedeckt und düster, so ist sie doch dem Auge erquickend, das monatelang nur flimmernde sandige Ebenen und kahle Berge sah, und mit Wohlbehagen athmet die Brust den feuchten Duft, wenn man aus der Wüstensonne herabsteigt in diese Oase.

Zu dem Wassergebiete des Flusses von Copiapó und dem erwähnten Flussgebiete an räumlicher Ausdehnung weit überlegen, gehört noch die Quebrada de Paipote. Sie vereinigt sich mit dem Flussthale bei Tierra amarilla etwa 1 Meile oberhalb Copiapó und bildet hier eine breite Ebene, die glatt und trocken wie eine Tenne sich mehrere Meilen hin erstreckt und dann ihren Hauptarm gegen die Cordillera richtet, während ein anderer in grösserer Breitenausdehnung und zerstreut in ihr liegenden Bergen und Höhenzügen über Chulo, Llampos und Puquios nach den Minen von Tres Puntas zieht. Die letztere Richtung verfolgt auch der von Copiapó nach jenen Bergwerken führende Weg mit nur geringen Abkürzungen. Die genannten Punkte sind Wasserstationen (aguadas) und geben dem Wege den Vorzug vor dem zwar bedeutend näheren aber wasserlosen camino del Jnca, welcher von Chulo in gerader Richtung durch ein muldenförmiges sandiges Thal nach jenem Ziele führt. An der Westseite dieses Thales erheben sich im mittleren Theile zwei Berge, welche durch den Umstand merkwürdig sind, dass lockerer Sand sie bis zur Spitze überlagert. Ihre Höhe ist reichlich 2000 Fuss über der Thalsohle, ihre Gehänge sind steil und der Umfang ihrer Basis beträgt mehrere Stunden. Der bedeckende Sand bildet eine mächtige Lage, derart jedoch, dass die Reliefform der unter ihr versteckten Felsbildung noch deutlich

sich zeichnet und man die von der Spitze herablaufenden Grade und Schluchten wohl verfolgen kann. Man sieht in den Bergen der Wüste sehr häufig wohl die Erscheinung, dass Thäler ihrer Abhänge bis zu erheblicher Höhe hinan mit Sand angefüllt sind, welchen der Wind daselbst zusammengeweht hat, ähnlich wie derselbe in winterlichen Gegenden Schneemassen in Schluchten und Terrainvertiefungen zusammentreibt; hier jedoch findet eine vollständige Einhüllung in Sand statt und die Bildung ist um so räthselhafter, als dieselbe zwischen den umgebenden und sich anreihenden Bergen isolirt dasteht. Aus weiter Ferne erkenntlich und bekannt unter dem Namen Cerros de arena, bilden sie eine untrügliche Landmarke für den Reisenden in dieser gefahrvollen Wildniss.

Das Gebiet der Quebrada de Paipote ist durchgehends trocken, da die Cordillera in nördlicher Richtung eine graduelle Depression erleidet, die Region des ewigen Schnees aber bekanntlich mit der geographischen Breitenabnahme progressiv zu grösserer Höhe sich erhebt und daher in ihr die Menge der atmosphärischen Niederschläge unbedeutend ist. Nur in den Querthälern, welche tief in das Innere eindringen, sickert hie und da eine dürftige Quelle mit einigen harten Gräsern und krüppligen Algarobasträuchen (Mimosa) in nächster Umgebung.

Mit der oben erwähnten travesia von Huasco hat der breitere Zug der Quebrada de Paipote bis Tres Puntas einige Aehnlichkeit, es fehlen bei ihr jedoch die directen Verbindungen mit der Küste. Weiter unten werden wir auf dieselbe, als für den Bau des Landes eigenthümlich und bezeichnend, noch näher zurückkommen, doch sei hier schon erwähnt, dass weiter nördlich noch einmal die Bildung eines solchen Längenthales vorkommt.

Aus dem Gesagten ist ersichtlich, dass die Hauptausdehnung der Thalbildung von Copiapó nicht in der Furche des gegenwärtigen Flussbettes zu suchen ist, sondern letzteres hart am südlichen Rande des beschriebenen Gebietes hinzieht, welchem hier ein von der Cordillera über den Cerro blanco bis zum Meere laufender Gebirgszug eine scharf gezeichnete Begrenzung gibt. Diese, oder die Scheitellinie dieses Höhenzuges hält sich immer in nächster Nähe des Thales. Die Schluchten, welche von demselben hinaufführen, sind rinnenartig, während von Süden her sich verschiedene massige Gebirgskörper mit wechselndem Baue an denselben anlehnen. Wenn man aus der Quebrada de Paipote heraustritt, und die Vereinigung mit dem Flussthale betrachtet, so treten der Beobachtung zwei Erscheinungen auffällig entgegen; zunächst die grosse Erweiterung des letzten Thales und dann die geringe Höhe, bis zu welcher hier jener Höhenzug herabsinkt und in seinem Verlaufe gewissermassen

eine Unterbrechung oder doch sehr starke Depression erleidet. Es scheint die Quebrada de Paipote die Flussebene zu überschreiten und jenseits derselben noch fortzusetzen, als ob aus ersterer in verflossenen Zeiten ein starker Strom hervorgedrungen wäre und in seinem Laufe von der gegenüberliegenden Thalwand umgebogen, dieselbe in weiter buchtartiger Form ausgewaschen hätte. Diese Vorstellung gewinnt an Bestimmtheit durch den Umstand, dass das Thal abwärts sich rasch verengt und am Ende der nahen Stadt Copiapó durch vorspringende Felsen auf höchstens 300 Schritt Breite zusammengedrängt erscheint. Ueberschreitet man aber jenen eingesunkenen Theil des Bergrückens, so findet man denselben von auffallend geringer Breite, indem das nordwestliche Ende der travesia von Huasco in meerbusenartiger Erweiterung in das Gebirge eingreift und in fast wagrechter Fläche den Saum dieser flachen Bergkuppen bildet. Unwillkührlich muss man bei dieser Configuration dem Gedanken Raum geben, dass jene beiden Ebenen in früheren Bildungsperioden zusammenhängend waren und erst später durch eine in ihrer Mitte auftretende Erhebung getrennt wurden, eine Annahme, die durch den geologischen Bau der benachbarten Gebirge in der That bestätigt wird. Wir erhalten hierdurch für diese Zwischenebene eine Längenerstreckung von mehr als 150 Stunden, vom Thale von Huasco ununterbrochen über Copiapó bis Tres Puntas. In ihr erscheint das Thal von Copiapó als die nördlichste Durchbrechung des westlichen Uferrandes. Es ist diese Configuration ganz analog der ausgezeichneten Thalbildung, welche im Süden das Land in ebenso merkwürdiger Weise gliedert, und unter dem Namen Llano longitudinal oder Llano intermedio bekannt ist. (Siehe Taf. IV.)

Es beginnt diese letztere an der Cuesta von Chacabuco nördlich der Hauptstadt Santiago und ununterbrochen sich gen Süden erstreckend, ist ihr Ende der flache Strand des Meeres im Angesichte der Insel Chiloë. Sie ist über 350 Stunden lang, mit einer sehr geringen Neigung, welche nicht mehr als 10 Fuss auf jede Meile beträgt. Im Osten bilden die Anden mit ihren Ausläufern und Vorgebirgen den in unendlicher Vielfältigkeit sich gestaltenden Saum; im Westen ein paralleler Höhenzug, die s. g. Küstencordillera, cordillera de la costa. Der Anblick dieser ungeheuren Ebene ist äusserst eigenthümlich und zahlreiche Erscheinungen in ihrer Ausbildung erzählen beredt von der Bildungsgeschichte dieses Landes. Diese ebene Fläche, die ohne jede vermittelnde Böschung mit den Abhängen der sie begrenzenden Berge zusammenstösst, und deren Basis in so scharfer Linie zeichnet als wären die Berge der Ebene aufgesetzt, ist nicht durch die errodirende Kraft von Strömen oder Flüssen ausgewaschen, sie ist eine ursprüngliche Bildung, entstanden durch parallele Erhebungen ihrer Ränder, und ihre wunderbar

ebene Oberfläche nivelirte einst die weithin gleichmässig wirkende Kraft der Wellen des Meeres. Am ausgezeichnetsten überzeugt uns hiervon, auch ohne die gegenwärtig noch stattfindende fortwährende Erhebung des Landes zu kennen, der Wasserlauf der Flüsse, welche mit rauschendem Gefälle aus der Cordillera hervorströmen. Diese richten unerwarteter Weise ihren Lauf nicht längs der Ebene, sondern durchkreuzen dieselben ihrer Breite nach, und brechen sich unaufhaltsam in ihrer westlichen Richtung durch tiefe Felsenthäler der granitischen Küstencordillera und durch ein bis zur Küste fortsetzendes hohes Tafelland ihre Bahn nach dem Ocean. Dieses Phänomen wird in natürlicher Weise und ungezwungen nur erklärt durch eine allmählige Emporhebung jenes Gebirgszuges. Sein erstes Auftreten war das einer Inselkette, welche in unvollkommener Weise ein Binnenmeer, die jetzige Ebene, abschloss und von welchem Arme in vielfachen Verzweigungen bis tief gegen die Axe der Cordillera vordrangen. Bei fortschreitender Erhebung aber gruben die vereinigten Kräfte der Brandung, der Fluth und der noch wirksamere Rückgang der Ebbe jene zwischen den Inseln befindlichen Meeresarme in demselben Maasse zu grösserer Tiefe aus als die Inselkette emporstieg und mit der fortschreitenden Trockenlegung des Landes folgten die aus den Anden hervorströmenden süssen Gewässer den ihnen gegrabenen Betten in der Richtung des stärkeren Fallens. Diese ursprünglichen Verhältnisse veranschaulicht uns sogar gegenwärtig noch die südliche Verlängerung der gedachten Bildungen, indem die Küstencordillera des Festlandes sich in der Insel Chiloë, denen des Archipels von Chonos und der Halbinsel von Tres Montes fortsetzt und das zwischen diesen und dem Continent befindliche Meer die Fortsetzung des Llano longitudinal repräsentirt. Die chilenische Küste liefert an mehr als hundert Stellen den unwiderlegbarsten Beweis, dass sich dieselbe in der Epoche der Jetztzeit um 400 bis 500 Fuss gehoben hat, denn bis zu diesem Niveau finden wir Ablagerungen einer Molluskenfauna, die mit der im nahen Meere lebenden im Wesentlichen identisch ist. Aus dem Munde älterer Leute, welche an der Küste wohnen, hören wir sogar häufig die Thatsache erwähnen, dass sich das Land während ihrer Lebenszeit um mehrere Fuss erhoben habe. In Valparaiso ist das Meer am flachen Strande von Almendral seit nur 40 Jahren um einige hundert Fuss zurückgegangen. Rechnen wir nach diesem Maassstabe rückwärts, so würde ein kleiner Bruchtheil einer geologischen Zeitperiode schon hineinreichen, jene Flussthäler als Meeresarme, die Küstencordillera als Inselreihe, die Ebene als Binnenmeer und die Basis der Anden als Meeresküste erscheinen zu lassen; schreitet aber die Emporsteigung mit gleicher Intensität fort, so wird in nicht ferner Zeit

die Inselkette von Tres Montes bis Chiloë eine fortgesetzte Bergkette mit der Küstencordillera bilden und die Ebene zwischen ihr und den Anden sich südwärts um mehr als 200 Stunden noch verlängern.

Wenden wir uns der analogen Bildung im Norden zu, so begegnen wir ganz ähnlichen Verhältnissen und Erscheinungen. Im Thale von Huasco sind die alten Strandlinien des Meeres in mehrfacher Wiederholung über einander durch breite Terassen in grösster Klarheit gezeichnet. Auch hier wird das Längenthal durchkreuzt von flachen Kanälen, die direct zur Küste führen. Wenn hier Flüsse aus der Cordillera hervorströmten, sie würden wie im Süden, westwärts fliessen. Ihr Nichtvorhandensein spricht dafür, dass nicht süsse Gewässer diese Thäler bildeten, besonders weil wir annehmen können, dass auch in früheren Zeiten die hydrographischen Verhältnisse wenig anders waren als jetzt. Bei Caldera liegen mehrere Stunden landeinwärts in 250 bis 300′ Meereshöhe mächtige Bänke von Schalen der höchst eigenthümlichen Molluskenfauna der chilenischen Meeresküste.

Wenn wir die oben betrachtete Quebrada de Paipote als mit der travesia von Huasco zusammengehörig betrachten, so wird dieses Längenthal durch die Bergkette, deren Verlauf die linke Thalwand des Flusses von Copiapó bezeichnet, in einen nördlichen und südlichen Abschnitt getheilt. In letzterem ist der Verlauf der Küstencordillere augenscheinlich, in ersterem zwar weniger deutlich ausgesprochen, aber immerhin noch wohl verfolgbar durch einen fortlaufenden Zug granitischer Bergkörper, welche unmittelbar unterhalb der Stadt Copiapó das Flussthal durchkreuzen und in nördlicher Richtung mit immer weiter ausgebreiteten Rücken bald den Character einer mehr massigen Erhebung annehmen.

Ein anderer Umstand wird jedoch noch für die Oberflächengestaltung dieses nördlichen Theiles in erster Linie maassgebend. Es ist dies das Auftreten einer dritten parallelen Erhebungskette zwischen der vorigen und der Hauptcordillera. Ihren Anfang bilden die steil aufsteigenden nördlichen Uferränder der travesia von Huasco mit den Minen von Chañarcillo in der Mitte. (Siehe Taf. III.) Ihren nördlichen Verlauf bildet ein mächtiger Zug geschichteter Gesteine in meist sehr aufgerichteter Stellung, begleitet von einer Reihe granitischer Kuppen, welche in Struktur und Gesteinsbeschaffenheit übereinstimmend mit denen der Küstencordillera eine gleichzeitige Bildung beider wahrscheinlich macht. Die erhebenden Kräfte concentrirten sich hier nicht ausschliesslich in jener einzigen westlichen Erhebungslinie, der Küstencordillera, sondern ihre Wirkungen rückten zugleich näher an den Gebirgskörper der Anden, und wie dessen Fundamente unregelmässig gestaltet waren, so zeigen auch die an ihnen

hervorgebrochenen Granite einen wenig geordneten Verlauf. Am weitesten gen Osten vorgeschoben erscheint der massige Gebirgsstock des cerro blanco, direct anstossend an die Abhänge der Anden. Für die in Rede stehende dritte Erhebungslinie sind jedoch die Granite von Los Bordos oberhalb Pabellon, sowie diejenigen am Wege von Cerrillos nach dem Retamo und die von Puquios etc. die bezeichnenden; allgemein aber charakterisirt sich diese Erhebungsrichtung mehr durch den geologischen Bau und die Schichtenstellung der Gesteine, als durch auffällige Reliefformen, wenngleich mehrfach in ihr einzelne Höhenzüge wohlgeordnet weitere Strecken der Erhebungsrichtung conform sich gruppiren. Sehr deutlich findet man dieselbe im Thale von Copiapó zwischen Cerrillos und Pabellon ausgebildet, wo der mittlere oder mehr östliche Theil des Gebirgszuges aus jurassischen Kalksteinen und Schiefern bestehend zu einer grossen Muldenbildung zusammengebogen ist. An letzterem Orte stehen die Schichten meist senkrecht oder fallen sehr stark gegen Westen ein, während die scharfkantigen Kämme der Berge, nur durch das Thal unterbrochen, in gerader Richtung nach Norden streichen. Zwischen Chulo und Puquios durchsetzt der Gebirgszug die Quebrada de Paipote. Es treten hier unter den Jurakalken sehr mächtige Bildungen rother geschichteter Mergel hervor, welche wahrscheinlich als dem Keuper äquivalent zu betrachten sind. In seine weitere nördliche Richtung fallen dann zunächst die Minen von Tres Puntas; hier treten wieder geschichtete Kalke auf, die unzweifelhaft Lias sind.

Je weiter man nach Norden fortschreitet, um so mehr verlieren sich die deutlich erkennbaren Erscheinungen linearer Erhebungen: die Berge lehnen sich mehr aneinander, und ihre Kuppen überragen nur wenig das so sich bildende nach Osten immer höher ansteigende Gebirgsland. Selbst die Cordillere der Anden theilt diese Erscheinung; sie wird flacher und breitet sich mehr aus. Ihre höchsten Punkte reihen sich nicht mehr als Scheitellinie des Gebirges in einer bestimmt ausgesprochenen Linie aneinander, so dass bei ihr der Typus eines Kettengebirges gänzlich verloren geht. Daher wird der orographische Character des Landes, sobald man den portezuelo nördlich wenig von Tres Puntas in etwa 6000 Fuss Meereshöhe überschritten hat, ein ganz anderer. Am deutlichsten verfolgbar noch in diesem weitaus grösseren Theile von Atacama ist die Erhebung, welche wir zuletzt betrachtet haben. Wenngleich, wie schon erwähnt, die Oberflächenbeschaffenheit keine markirten Grenzen bietet, so finden wir solche doch in dem Auftreten jener jurassischen Kalksteine und Mergel welche in wechselnden Intervallen mit conformer Streichungslinie und begleitet von Granitstöcken ihre Axe andeutet. Die Richtung ist von

Tres Puntas nördlich mit geringer östlicher Inclination über den Gebirgsstock des Cerro de Vicuña durch das Thal la Encantada über Juncal, Sandon, Profetas, nach dem Salzsumpfe von Punta negra. Sie schliesst sich dem allgemeinen Abfalle gegen die Küste ebenso biegsam an, als dem landeinwärts höher emporsteigenden longitudinal sehr gegliederten Kettengebirge der Anden, doch hält sich ihre breite Oberfläche ziemlich constant in 9000 Fuss Meereshöhe. Die Richtung dieser Kette, sowie das verticale Maass ihrer Erhebung, sind es hauptsächlich, welche gegen Norden die Bildung eines Hochlandes bewirken, das als südliche Vorstufe der grossen bolivianischen Hochebene zu betrachten ist. Mit Berücksichtigung dieser Verhältnisse ist es höchst beachtenswerth, dass das nördliche Ende der betonten Erhebung dem südlichen Beginne derselben ganz analog gestaltet ist. Wie bei Chañarcillo der Gebirgszug inmitten der travesia von Huasco emporsteigt, so fällt er dorten ab, und seine Basis bildet den Saum einer neuen Längsebene, bezeichnet durch die Salzseen oder Salzsümpfe von Punta negra und Atacama und ein beide verbindendes 15 Meilen langes Thal. Am östlichen Rande dieses letzteren setzt der Gebirgszug als hohes Granitgebirge Alto de Pingo-pingo, noch fort, und gestattet der Längsebene nur eine geringe Breitenausdehnung bis zum Salzsee von Atacama. Dieser ist in seiner Längenerstreckung mehr von Südost noch Nordwest gerichtet, so dass sein südliches Ufer von den breiten Abfällen des Alto de Pingo-pingo gebildet wird und jenes Verbindungsthal an dem westlichen Uferrande einmündet. Es ist dieses Thal bekannt geworden durch die Auffindung des sehr chrysolitreichen Meteoreisens von Atacama. Der Fundpunkt liegt einige Meilen thalabwärts von der Salina de Punta negra und heisst Imilac. Die Salina Atacama liegt in ca. 7000′ Meereshöhe, sie ist 15 Meilen lang und 4 — 5 Meilen breit; die Salina de Punta negra ist viel kleiner, bei 6 — 7 Meilen Längenerstreckung hat dieselbe höchstens zwei Meilen Breite und ihre Lage ist um etwa 1000′ höher als die der vorigen, so dass wir für das Thal von Imilac ein ziemlich erhebliches Gefälle gen Norden haben. An der nördlichsten Spitze der Salina de Atacama liegt traurig und öde das bolivianische Städtchen San Pedro de Atacama. Hier mündet die betrachtete Längsebene in eine breite Terraineinsenkung, welche als Querthal zum Hafen von Cobija führt.

Aus dem Gesagten ergiebt sich, dass der zwischen Tres Puntas und der Salina de Punta negra gelegene, also der mittlere Theil der Wüste, den Character eines Massengebirges hat, von welchem gen Süden das Längenthal der Quebrada de Paipote mit der travesia von Huasco, gen Norden dasjenige der Salina de Punta negra mit dem Thale von Imilac

und der Salina de Atacama ausläuft, während es sich gen Osten der hier sehr verbreiterten Cordillerakette eng anschliesst, gen Westen aber in zahllose Bergrücken gegliedert ist, welche mit allmähliger Abdachung, aber immer doch allgemeinen hohem Niveau, als Hochland an das Meer herantreten. Die Furchen, welche es in ostwestlicher Richtung durchziehen, erscheinen als breite Einsenkungen und enge Schluchten, welche in zahllosen Verzweigungen und Uebergängen der einen Form in die andere mehrfach gegenseitig unter sich wieder verbunden sind, und auf diese Weise ausgedehnte mit Bergen erfüllte Becken bilden. Die Neigung der Thalsohlen ist um so stärker, je mehr sich dieselben der Küste nähern. Die Strandbildung ist in ihnen unverkennbar; immer bilden dieselben auch wenn ihr Gefälle gross ist, eine zwischen den beiderseitigen Thalwänden ausgespannte ebene Fläche. Häufig finden wir die Erscheinung, dass ein engeres Thal sich an seinem Ende zu einem Thalkessel ausdehnt, dann bildet sich entweder eine ausgebreitete ebene Fläche wie ein Binnensee, oder die Thalfurche dringt als tiefste Linie noch in das Innere des Kessels vor, und von ihr aus läuft die Oberfläche der eingelagerten Schuttmassen mit gleichmässig allmähliger Steigung bis an die Gehänge der einschliessenden Berge, so dass, selbst bei unregelmässigster Gestaltung derselben, der obere Rand der Schuttablagerung immer eine horizontale Linie bildet, gleichwie die ansteigende Welle am vielfältig gestalteten Strande. Der Beobachtung am meisten auffallend sind die vielen kleineren und grösseren Felsbildungen, die isolirt in diesen Ebenen zerstreut liegen; sie tauchen aus dem Schutte der Thalsohle genau so empor wie Felsenriffe aus dem Spiegel des Meeres, und gleich diesen ist ihr Vorhandensein bedeutungslos für die Oberflächengestaltung ihrer Umgebung. Diese Verhältnisse sieht man ausgezeichnet östlich unfern von Tres Puntas, wo ein Arm der Quebrada de Paipote sich von Puquios heraufziehend zu einem mehrere Quadratmeilen grossen Golfe ausbreitet. Im Süden von Chile finden wir als Beispiel eines ausgebildeten Binnenmeeres die Ebene von Casa blanca am Wege von Valparaiso nach Santiago. Sie liegt eingeschlossen zwischen der Küstencordillere und dem Höhenzuge, welcher die steile Meeresküste bildet als eine unabsehbare horizontale Fläche von der aus ein nur wenig breites Thal den Felsenrand bis zum Meere durchbricht.

Der Gebirgsbau von ganz Chile deutet stets auf parallele Erhebungen; die Grundmauer des Landes selbst, die gewaltige Kette der Anden, ist ein longitudinal gegliedertes Kettengebirge, gebildet durch parrallele Erhebungen verschiedenen Alters. Daher ist die Scheitellinie des Gebirges nicht immer zugleich die Wasserscheide, ebenso wie die Küstencordillere

in Grösse und Richtung gänzlich unwesentlich ist für die Vertheilung der Gewässer, wie wir dieses oben bei den Flüssen, welche die Längsebene von Santiago durchströmen, gesehen haben. Es ist auch nicht wahrscheinlich, dass das im Vorigen betrachtete Massengebirge im Norden anderen Erhebungsrichtungen seine Entstehung verdankt; die Reliefform ist vielmehr derart zu erklären, dass hier die einzelnen südnördlichen Erhebungsaxen sehr nahe neben einander liegen; denn überall erkennt man, wo die günstigen Verhältnisse einer Schichtenstellung die Untersuchung unterstützen, einen südnördlichen Verlauf des Gebirges. Zwischen dem nördlichen Ende der Längsebene von Santiago und dem Flusse von Huasco scheinen die Verhältnisse ganz ähnlich zu sein. Auch in diesem Theile, gebildet durch die Provinzen Illapel bis Coquimbo, sind keine Längenthäler und keine deutlich ausgeprägten südnördlichen Parallelketten, doch ist der Abschluss gen Osten schärfer, indem die Anden ihren Character als Kettengebirge beibehalten, während im Norden die longitudinale Gliederung derselben so sehr sich ausbildet, dass ein mehr wellenförmiges Hochland entsteht.

Ueber das Alter der verschiedenen Erhebungen wird man vielleicht für immer im Unklaren bleiben; die Masse der eruptiven Gesteine ist so enorm gross, dass alle übrigen weit zurücktreten, ihre mineralogische Beschaffenheit bei gleichen Gesteinsarten und doch gewiss sehr verschiedenem Alter in der Regel ganz übereinstimmend, und wie sie hauptsächlich das Material zur Bildung der Sedimentformationen lieferten, so geben auch diese petrographisch nur selten ein Anhalten zur Altersbestimmung. Diese geschichteten Conglomerate sind sehr verbreitet und zu ausserordentlicher Mächtigkeit über einander gelagert, dabei ist ihre Struktur so wechselvoll und die Reihe der metamorphisirten Gesteine so gross, dass eine Unterscheidung beider und sogar zwischen ihnen und wirklichen Eruptivgesteinen gar häufig nicht möglich ist. Die Reihe der geologisch bestimmbaren Schichten ist sehr gering, der Mangel an deutlichen Versteinerungen fast allgemein und die Verbreitung der Formationen meist sehr wenig zusammenhängend. Es liegen Schollen der Jurabildung, sowohl auf der hohen Cordillera, als auch nahe am Strande des Meeres; also selbst die älteste Erhebung dieses Landes erfolgte erst nach jener Periode, und man möchte hiernach wohl schliessen, dass auf der westlichen Seite der Anden die Meeresbedeckung erst in verhältnissmässig sehr neuer Zeit verschwunden ist.

Die Küstenaufnahmen und Tiefenmessungen des nordamerikanischen Admirals Fitzroy haben in weiter westlicher Entfernung von der Küste die Existenz eines der Cordillera des Festlandes parallelen submarinen

Höhenzug nachgewiesen, und die Schwingungsrichtung der in Chile so häufigen Erdbeben weist darauf hin, dass in ihm ein Hauptheerd vulkanischer Thätigkeit zu suchen ist. Fast alle Erdstösse erfolgen aus jener Richtung und ihre Wellen durchkreuzen das Land mehr oder weniger rechtwinklig bis an die Gebirgskette der Anden, welche ihrem weiteren Vorschreiten gegen Osten einen Damm entgegen zu setzen scheint, da jenseits derselben, in den Pampas von Argentinien ihre Wirkungen nicht mehr verspürt werden. Das Erdbeben, welches im Jahre 1861 Mendoza zerstörte, war in der Geschichte jener Länder ein nie dagewesener Fall, während in Chile die Erschütterungen des Bodens häufiger sind als bei uns die Gewitter. Es ist sehr wahrscheinlich, dass jene Meerescordillere als Centralstelle der gegenwärtigen Erhebung des Landes betrachtet werden muss, die mit zunehmender Entfernung von jener progressiv abnimmt bis sie im Innern der Andenkette Null wird. Werden die vulkanischen Kräfte ihre Thätigkeit in derselben Weise noch über lange Zeiträume fortsetzen, und sind die Inseln Masafuera, Juan Fernandez und Felix ambrosa die schon über den Spiegel des Meeres emporgehobenen höchsten Kuppen jenes aufsteigenden Höhenzuges? Das sind Fragen, welche für die Beurtheilung der Gestaltung dieses Continents in spätern geologischen Perioden maassgebend erscheinen.

Geologische und bergbauliche Verhältnisse.

Die Ausbildung der Erzlagerstätten sowie die Gruppirung und chemische Zusammensetzung der auf ihnen brechenden nutzbaren Mineralien ist im Verein mit den begleitenden Erscheinungen in Chile so eigenthümlich und so sehr abweichend von europäischen Verhältnissen, dass eine nähere Betrachtung derselben in geologischer und chemischer als auch in bergmännischer Hinsicht von Interesse sein dürfte. Das einzige was hierüber bis jetzt bekannt geworden ist, scheint sich auf eine von Pissis in den Annales des mines und auch in den Annales der Universität Santiago veröffentlichte Abhandung zu beschränken, welche später in Neumanns Zeitschrift für Erdkunde (Jahrgang 1860) und in v. Cotta's Werk über Erzlagerstätten (II. Bd. S. 667 ff.) Aufnahme gefunden hat. Die in derselben gegebene Darstellung ist im Allgemeinen sowohl, als in jedem einzelnen Punkte den thatsächlichen Verhältnissen so völlig zuwiderlaufend, dass man nicht begreift wie in derselben Ansichten und Behauptungen als beobachtete Thatsachen hingestellt werden konnten, die in der Natur gar nicht vorhanden sind. Die von Cotta allgemein aufgestellte Ansicht, dass eine Gesetzmässigkeit in der geographischen Vertheilung der Erzlagerstätten nicht zu erkennen sei, wird in unserm Gebiete vollständig bestätigt. Zur Umgrenzung eines derartigen Verbreitungsgebietes würde nicht einmal die räumliche Ausdehnung gewisser geologischer Formationen oder Gebirge ein Anhalten bieten, so wenig als das an und für sich zusammenhanglose Auftreten einzelner Eruptivgesteine. Die Silbererzgruben liegen in grösster Regellosigkeit über das Land zerstreut; wir finden dieselben tief im Innern der Cordillera als auch nahe der Küste, bald in geschichteten Porphyren, bald im Grünstein, ebenso häufig in Sedimentbildungen als in metamorphischen Gesteinen und solchen von zweifellos eruptivem Ursprunge. Ihre Verbreitungsrichtung mit derjenigen

der grossen Längsebene des Südens in Beziehung zu bringen ist schon aus dem Grunde unzulässig, weil jene Bildung sich gar nicht zusammenhängend bis zum erzreichen Norden erstreckt, und besonders desshalb nicht, weil dieselbe nur als Erhebungserscheinung eine Bedeutung hat, deren Hauptursache in dem Hervorbrechen von Graniten zu suchen ist, und dieses Gestein bezüglich eines etwaigen Einflusses auf die Bildung von Silbererzvorkommnissen am allerwenigsten eine Bedeutung erkennen lässt. Der „schmale Gürtel", welchen Pissis so präcis für die Silbererzlagerstätten construirt, existirt nicht in der Natur weder geologisch noch bergbaulich und weniger noch die Begrenzung seiner Längenerstreckung durch die Breiten von 34° und 26° 30'; indem im nördlichen Theile der Wüste Atacama eine ganze Menge Silbererzfunde bekannt sind und fast jährlich neue bekannt werden, so dass man nicht allein jene 30 Minuten Breite unberücksichtigt lassen, sondern zusammenhängender noch als dorten „den Gürtel" über Potosi und den Cerro de Pasco in Peru verlängern könnte. Nimmt man die jetzt schon bekannten Silbererzvorkommnisse in der Cordillera selbst und die in ihren Ausläufern und Vorgebirgen hinzu, so reiht sich bequem die ganze Westseite der Andenkette ein, wodurch dann freilich die Bezeichnung Erzzone gänzlich illusorisch wird. Auch kann vernünftiger Weise von einer Umgrenzung des Erzvorkommens in einem Lande nicht wohl die Rede sein, wo hunderte von Quadratmeilen noch gar nicht und das Ganze überhaupt nur in höchst ungenügender Weise bergmännisch untersucht worden ist. Aber selbst in kleineren wohldurchforschten Gebieten von sogar nahezu übereinstimmendem geologischen Bau ist der Verlauf der Erzgänge, Lager oder Stöcke wenig gesetzmässig; das jedesmalige Verbreitungsgebiet derselben ist im Gegentheil auffallend beschränkt, die Ausdehnung in der Streichungsrichtung gering und die Erzführung in noch engere Grenzen eingeschlossen. Nirgends mehr als hier trägt das Vorkommen stets den Character einer ganz localen Bildung, während die allgemeinen begleitenden Erscheinungen um so constanter sind. Mannigfache Durchbrüche eruptiver Massen, ausgedehnte Metamorphose der Gesteine und günstige Contactverhältnisse stehen mit dem Erzvorkommen in unverkennbarer Wechselbeziehung. Je ausgebildeter und vollkommener diese Verhältnisse sich gestalten, um so nachhaltiger und reicher pflegen die Anhäufungen der Erze in den Lagerstätten zu sein. In einem festen und geschlossenen Gebirge finden wir fast ohne Ausnahme, ganz abgesehen von den mechanischen Hindernissen, welche einer Spaltenbildung ungünstig waren, die Erzführung auf das Ausgehende beschränkt, sobald die Gesteine nach der Tiefe hin eine unzersetzt und gleichmässige geognostische Beschaffenheit annehmen.

Ausgezeichnete Beispiele für diese Erscheinung gibt es eine ganze Menge; der Gang der Grube Retamo, nördlich einige Meilen von Pabellon entfernt, zeigte zu Tage eine solche Concentration des Silbergehaltes, dass sein Ausgehendes als metallische mauerartige Erhöhung über den Boden emporragte. Im Streichen dehnte sich das Erzmittel in der sehr geringen Länge von nur 100 Fuss aus; im Fallen durchsetzte dasselbe in grösster Reichhaltigkeit bis zu 120 Fuss einen porphyrartigen Grünsteintuff mit flötzartigen Absonderungen, ein Umwandlungsproduct des nun tiefer auftretenden festen Grünsteins, in welchem der Gang alsbald taub erschien. Im obern erzreichen Theile trat noch der besondere Umstand hinzu, dass ein gegentheilig fallender zersetzter Gesteinsgang (chorro) von nahezu gleichem Streichen an den fast senkrecht ausgehenden Theil des Erzganges sich anlegte. Dieser Erzanbruch gab in kurzer Zeit eine Ausbeute von wenigstens 3 Millionen Thaler, aber weder im Streichen noch im Fallen jemals etwas weiter, obgleich der Gang bis zu mehr als 1000 Fuss Tiefe untersucht und nach beiden Seiten hin gut ausgerichtet worden ist. — Ein anderes Beispiel liefert der Gang der Grube Garin nuevo, welcher im Tagebaue in kaum 60 Fuss Längenerstreckung 15,000 Mark Silber, in der Tiefe niemals wieder eine Spur, ebensowenig im weitern Verlaufe seines Streichens gab. Auch hier war das Gestein auf etwa 45 Fuss vom Tage herein von metamorphischer Beschaffenheit, nach der Tiefe zu aber fest und unzersetzt. Diese Erscheinung ist so allgemein, dass sie bei den Silbererzgängen die Regel bildet, während eine mehr constante Erzführung zu den seltenen Ausnahmen gehört. Jährlich fast werden neue Gänge entdeckt, äusserst selten jedoch erweisen sie sich als bauwürdig; einige kleinere Partien meist sehr reichen Erzes bildet den Abschluss des gewaltigen Enthusiasmus, den jede neue Entdeckung bei einer ausschliesslich bergbautreibenden Bevölkerung natürlicher Weise im Gefolge hat, und welchen selbst eine oft wiederkehrende Enttäuschung nicht besiegen kann. Solche Erznester auf dem Ausgehenden nennt der chilenische Bergmann reventones, sie stehen in Folge ihrer grösseren Festigkeit meist erhaben als kleine Stöcke auf dem Gange, und das geübte Auge erkennt sie leicht an der schwarzen Farbe ihrer oxydirten Oberfläche. Diese Concentrationserscheinungen treten in mehr räumlicher Ausdehnung noch in der Form auf, dass die ganze Oberfläche einzelner Felsbildungen mit Silbererzen imprägnirt ist. Bezeichnend für diese Bildung sind die Gruben von los Bordos. Etwa eine halbe Meile oberhalb Pabellon und auf der Grenze jener in der allgemeinen Betrachtung schon erwähnten Jurabildung wird das Flussthal von einem schmalen Zuge stockförmiger Kuppen eines graubraunen Thonsteinporphyrs durchsetzt,

welcher seiner Lagerung zufolge eruptiven Ursprungs ist. Die mächtigen Felstrümmer, die von den steilen Gehängen herabgestürzt im Thale liegen, sind alle silberhaltig, im Allgemeinen jedoch so wenig ergiebig, dass eine Verhüttung derselben nicht lohnend ist. An der nördlichen Thalseite jedoch in 6—800 Fuss hohem Niveau treten unmittelbar am Rande von geschichteten Kalken, Dolomiten und Mergeln einige Kuppen hervor, deren Oberfläche einen Silbergehalt von 2 bis $2^1/_2$ Loth im Centner zeigt und in Folge der günstigen Beschaffenheit der Erze bauwürdig ist. Es erstreckt sich dieses jedoch nur bis zu 25 Fuss Tiefe, bis wohin das Gestein eine weit vorgeschrittene Zersetzung zeigt. Die Grundmasse desselben ist thonig und sehr milde, die ausgeschiedenen Feldspathcrystalle sind weiss und zerreiblich, so dass die ganze Masse ein tuffartiges Aussehen hat. Mit der mehr oder weniger vorgeschrittenen Zersetzung steht der Silbergehalt in directem Verhältnisse; er nimmt wie jene nach der Tiefe hin allmählig ab, und die das Gebirge durchsetzenden mehr eisenhaltigen festen Rücken führen wie die tiefere Gesteinsmasse nur äusserst wenig Erz. Die Erze sind Chlorsilber, Chlorbromsilber, Amalgam und etwas Rothgüldigerz, hie und da in Kalkspathtrümmern und Drusenbildungen zusammengehäuft, an der Oberfläche aber stellenweise in massiven Stücken bis zu mehreren Pfunden ausgeschieden. Eine Strecke, welche in 120 Fuss Tiefe gegen die anlagernden geschichteten Kalke getrieben wurde, erreichte diesen Contact als grauen thonigen Besteg ausgebildet mit dickeren Schnüren von Chlorsilber, während der Porphyr in diesem Niveau nur Spuren von Silber enthielt. Es macht dieses Gebirge bei seiner homogenen Struktur den Eindruck, als ob nur der Mangel an Spalten ihm die Gelegenheit benommen hätte seinen Erzgehalt in Gängen zu concentriren, indem selbst das kleinste durchsetzende Trümmchen stets reichlichen Erzgehalt zeigt. — Ganz ähnlich diesem Erzvorkommen ist dasjenige von San Antonio, ebenfalls im Thale von Copiapó und 5—6 Meilen östlich dem Vorigen gelegen. Das Gestein ist hier dasselbe, die Metamorphose jedoch ausgedehnter und bis zu grösserer Tiefe vordringend. Die Erzführung gestaltet sich hierdurch günstiger und mehr noch durch den Umstand, dass verschiedene Trümmerzüge das Gebirge durchsetzen und in ihren Kreuzungen stockwerksartige Erzmittel bilden. Es setzen dieselben jedoch nicht zu grösserer Tiefe hinab als einige Meter unter die Thalsohle.

Wo auch Silbererzgruben entdeckt wurden, überall ist die Concentration des Metallgehalts am Tage vorhanden, so dass man wohl sagen kann, dass die Oberfläche die beste Veredelungszone der Silbererzgänge sei. — In Rücksicht auf die grosse Bedeutung, welche das Zusammen-

treffen verschiedenartiger Gesteine auf die Ausbildung und Abscheidung der Erze erkennen lässt, liesse sich a priori vermuthen, dass die bestentwickeltsten Lagerstätten da angetroffen werden müssten, wo der geologische Bau des Gebirges zur möglichst vollkommenen Entwickelung derartiger Contacterscheinungen beiträgt. Dieses ist denn auch in der That der Fall; die ausgebildetsten Lagerstätten liegen in geschichteten Formationen, in welchen den aufsteigenden eruptiven Gesteinen Gelegenheit geboten war, sich sowohl in verticaler als auch horizontaler Richtung, als Gänge und intrusive Lager, möglichst auszubreiten. Die Bergwerke von Chañarcillo, in Vollkommenheit der Ausbildung dieser Verhältnisse, sowie auch in Bezug auf Erstreckung und Nachhaltigkeit der Erzführung ausgezeichnet, sind in bergbaulicher Hinsicht wichtiger, als alle übrigen Silbererzgruben des Landes zusammengenommen. Die grössere Verschiedenheit in dem petrographischen Character der einzelnen Gesteine erleichtert hier die Erkennung der Beziehungen derselben zu der Erzführung. Die Erscheinungen, welche dabei auftreten gestalten, sich typisch und gesetzmässig, so dass diese Bildung in vieler Beziehung als Norm für die meisten übrigen gelten kann und aus diesem Grunde in Folgendem vorzugsweise betrachtet werden soll.

Erzgebiet von Chañarcillo.

Allgemeine Betrachtung und geologischer Bau.

Die Erzgänge von Chañarcillo wurden der Oeffentlichkeit bekannt durch einen Indier Juan Godoi, welcher am 19. Mai des Jahres 1832 einem Herrn Don Miguel Gallo in Copiapó die Entdeckung seines Besitzes machte, worauf Beide im Verein auf den am reichsten sich darstellenden Gang Muthung einlegten und ihnen die Grube Descubridora (Entdeckerin) verliehen und zugemessen wurde. Zu gleicher Zeit muthete die Grube Manto de Mandiola auf einem Erzlager (manto), und wenige Tage später schon reihte sich Grube an Grube, denn allenthalben entdeckte man Gänge, Trümmer und Lager mit reichhaltigem Erze, dessen schwarze Rollstücke über den ganzen Berg zerstreut lagen. Der Reichthum an der Oberfläche war ein nie gesehenes Phänomen. Noch jetzt finden sich bisweilen am Fusse des Berges im Schutte der Ebene grössere Klumpen von gediegenem Silber und Erz. Die Lage dieses Berges ist oben schon angedeutet worden. Es erhebt sich derselbe am nördlichen Rande der travesia von Huasco als Vorstufe eines mehr nördlich gelegenen domförmig gestalteten Gebirgsstockes, dem eigentlichen

Berge Chañarcillo, mit welchem er durch einen breiten allmählig ansteigenden Bergrücken verbunden ist. Der Gipfel des Berges ist flach gerundet und erscheint im Norden durch zwei in entgegengesetzter Richtung auslaufende tiefe Schluchten zusammengeschnürt und begrenzt, indem jener nördlich ziehende Rücken sattelförmig eingebogen und schmal ist. Gegen Westen ist der Abfall breit und steil, gegen Osten und Südosten mehr sanft und durch tiefe Einschnitte mit steilen Rändern rippenartig gegliedert; das ganze Terain trägt in südnördlicher Richtung einen terassenartigen Character. Das vorwaltende Gestein in diesem Gebirgsbaue ist ein graublauer und blauschwarzer Kalkstein, in Schichten bis zu 3 und 4 Fuss Mächtigkeit abgesondert und in grosser Regelmässigkeit über einander gelagert. Nur im südwestlichen Theile, am Cerro de los carros bis zur Grube santa Rosa, und südlich bis zum Felde von Flor de Maria, bilden gabbroartige Grünsteine die Oberfläche. Die Kalkschichten fallen mit etwa 5° gegen Südosten ein und dehnen sich in östlicher Richtung weiter aus, derart, dass dieselben eine Mulde von ca. 1 Stunde Breite bilden, indem am östlichen Rande die Schichten steil nach Westen einfallen. Diese Muldenbildung, deren in der allgemeinen Betrachtung schon gedacht worden ist, setzt mit derselben Erscheinung des steiler aufgerichteten östlichen Flügels gen Norden fort und erweitert sich da, wo sie das Thal von Copiapó zwischen Nantoco und Pabellon durchsetzt, zu 3 — 4 Stunden Breite. An letzterem Orte stehen die Schichten fast senkrecht und bilden mehrere tausend Fuss hohe Felswände, während wenig mehr thalabwärts, gerade Totoralillo gegenüber, schon die Tieflinie der Mulde sich befindet, in welcher hier graue Schieferthone und Mergel mit undeutlichen kleinen Ammoniten liegen, die wahrscheinlich der untern Kreideformation angehören. In den Kalken sind die Versteinerungen nur sparsam und undeutlich, die Formen weisen auf obern Jura, Pecten, Amoniten, kleine Terebrateln, Echiniden und Corallen treten am häufigsten auf. Die Mächtigkeit der Formation ist sehr bedeutend; die Gruben stehen bei 2000 Fuss Tiefe noch in denselben blauschwarzen Kalkschichten, und wenn man hierzu die an der Oberfläche bis zu höherm Niveau aufgelagerten Schichten zurechnet, so summirt sich eine Mächtigkeit von mindestens 4000 Fuss.

Ausser den vorhin genannten in grösserer räumlicher Ausdehnung auftretenden Grünsteinen, werden die Kalkschichten von zahlreichen Grünsteingängen in der Richtung von Südost nach Nordwest durchsetzt, welche sich mehrfach als intrusive Lager zwischen den Kalkschichten ausgebreitet haben. Unter diesen Umständen ist eine absolute Regelmässigkeit in der Schichtenfolge nicht zu erwarten, doch ist der Verlauf

der Hauptabtheilungen durchgehends vorhanden, und der Bau des Gebirges gleichmässiger als man bei solch bedeutenden Störungen vermuthen sollte. In den Tiefbauen sind sogar die einzelnen Mantos wohlerkennbar von der Grube San Blas bis zur Valenciana, also in mehr als 1200 Meter Längenerstreckung bekannt geworden. In beifolgendem Durchschnitte sind die speciellen Lagerungsverhältnisse der Grube Valenciana, deren Baue 540 Meter Tiefe erreicht haben, dargestellt. Die Hauptgesteine sind mit Berücksichtigung ihrer weiteren räumlichen Ausdehnung, vom Tage herein folgende:

1) Zertrümmertes Gebirge, mit vielen Trümmern von Gyps, mergelige Kalke, Kalktuff etc. . . . . 28 Meter.
2) Kalk, vom Tage herein bis zu etwa 75 Meter sehr verändert, von gelben und grauen Farben; tiefer nur im Hangenden des Ganges verändert und theilweise zu Mantos metamorphisirt; das Liegende aber fest und von graublauer Farbe . . . . . 140 Meter.
3) Fester blauschwarzer Kalk mit vielem Schwefelkies, Blende und Bleiglanz. In denselben tritt in der Nähe des hier durchsetzenden Chorro ein Manto von Quarzporphyr auf, welcher gediegen Silber und Schwefelsilber reichlich, jedoch nur in nächster Nähe des Chorro führt . . . . . 33 Meter.
4) Fester Grünstein. Der Gang erscheint sehr zusammengedrückt und mit starkem Fallen. Im Süden geht diese Schicht zu Tage aus und lagert in den Gruben Delirio, Constancia, Rothschild und San Blas nur auf dem Hangenden des Ganges; sie ist stellenweise zu Mantos ausgebildet. In diesem Falle erscheint der Grünstein hornsteinartig oder seine accessorischen Bestandtheile: Epidot, Pistacit und Granat treten besonders vorwaltend auf, oder es haben sich porphyrartige Schichten ausgeschieden, die entweder fest oder auch tuffartig erscheinen. Mehr vom Gange entfernt gehen diese Mantos in den ungeschichteten Grünstein über. Sie führen bedeutende Mengen von Silbererz . . . . . 31 Meter.
5) Schwarzer Kalk. Zu oberst noch wechsellagernd mit Grünstein, nach unten in dicke Bänke abgesondert, deren Schichtungsflächen als Mantos ausgebildet erscheinen. In den vorhin genannten Gruben treten

sehr reiche Mantos in diesem Gestein auf, welche zuweilen aus reinem feinkörnigen Bleiglanz und Blende bestehen. In der Grube Loreto ist in ihm nur ein jedoch sehr reichhaltig ausgebildeter Manto vorhanden, welcher grosse Erzmittel auf den diese Grube durchstreichenden Trümmerzügen bildet . . . . 31 Meter.

6) Splittriger, zum Theil hornsteinartiger Kalk mit häufigen Schwefelkiesnestern und einzelnen eingeschalteten blauschwarzen Kalkschichten und Grünsteinlagern, fast ganz ungeschichtet ohne jede Mantobildung und nach unten in Grünstein übergehend . . 170 Meter.

7) Kalkspath führende Contactschicht, genannt Manto de cache, in einigen Gruben als manto pintador sich darstellend . . . . . 0.15 Meter.

8) Blauschwarzer Kalk mit einer eingelagerten Grünsteinbank . . . . . 76 Meter.

Im südlichen Theile des Reviers ist die letztere nicht vorhanden. In diesem Gestein treten 3 mantos pintadores auf, von welchen der mittlere wegen des massenhaft eingesprengten Schwefelkieses Manto de bronce genannt wird. Von der Grube San Francisquito südlich bildeten diese Mantos sehr reiche Erzmittel.

Nach unten folgen wieder feste Grünsteine. Die Tiefbaue der Grube Delirio haben noch drei solcher Kalkzonen, getrennt durch Grünsteinlager, diese wie jene von 40 — 50 Meter Mächtigkeit durchsunken. In ersteren treten auch wiederholt Mantos auf, welche jedoch noch nicht in grösserer Längenerstreckung über dem Gange untersucht worden sind. Es ist für das Erzvorkommen, sowie für die petrographische Beschaffenheit dieses Erzgebietes bemerkenswerth, dass alle hier aufgeführten Schichten, sowohl die Kalke als die Grünsteine sehr viel Kies, Bleiglanz und Blende führen und zwar besonders da, wo die Gesteine noch unzersetzt erscheinen. Entscheidend für die bergmännische Wichtigkeit dieses Gebirges sind jedoch drei verschiedene Bildungen, nämlich die der Gänge, der s. g. Mantos und der intrusiven Lager.

1. Gangbildungen.

Die Anzahl der Gänge, welche das Bergbaurevier durchsetzen, ist mit Hinzuzählung der kleinen Trümmer, guias genannt, sehr beträchtlich. Die meisten von ihnen und besonders die letzteren erscheinen berg-

baulich nur in oberen Teufen von Bedeutung; hier stellen sich dieselben von erheblicher Mächtigkeit, bisweilen als wahre Trümmerzüge dar, wogegen in grösserer Teufe kaum noch etwas von ihnen zu entdecken ist.

Von Bedeutung für den Tiefbau über 5 — 600 Fuss ist eigentlich nur der Gang Corrida colorada (rother Zug), der als wahres Muster eines Erzganges gelten kann, indem er alle guten Eigenschaften eines solchen in sich vereinigt: grosse Längenerstreckung, constantes Streichen und Fallen, und reiche Erzmittel, verbunden mit wachsender Mächtigkeit in den Anbrüchen.

Man kann die vorhandenen Gänge in folgende drei Classen bringen:

1) Edle Silbergänge. Sie streichen meist 20 bis 25° Nordost, und zu ihnen sind zu zählen: die Corrida colorada, die Guias de la Descubridora, ein Trümmerzug in der Grube Loreto, die Guias de Carvallo, ein Gang der Grube Reventon colorada, der Gang Mercedes und eine Anzahl anderer kleiner Trümmer im südöstlichen und nordwestlichen Theile des Berges. Eine starke Abweichung bildet der sehr erzreiche Gang Candelaria mit einem Streichen von 60° Nordost, und eine Guia in der Grube Loreto mit 10° nordwestlicher Richtung, welchem letzteren Streichen jedoch in Berücksichtigung des Erzvorkommens keine besondere Wichtigkeit beizulegen ist. Im Allgemeinen erscheint die Richtung Südnord als Grenze des edlen Streichens, welches mehr gegen Nordosten abweicht, während die nordwestlichen Richtungen unedel sind. Selbst der Gang Descubridora mit südnördlichem Streichen ist trotz seiner vollkommenen Ausbildung und Mächtigkeit durchgehends arm zu nennen, indem die überaus reichen Anbrüche der Grube Descubridora auf dem Schleppungskreuze mit der Guia de la Descubridora liegen und diese als eigentliche Trägerin der Erze sich darstellt.

2) Eisenreiche taube Gänge mit einem von Südost nach Nordwest gerichteten Streichen. Sie führen nur Spuren von Silber, hier und da Kupfer- und Kobalterze, häufiger Manganverbindungen, Eisenbraunspath und Eisenpecherz. Für den Bergbau sind dieselben ohne jede Bedeutung. Sie durchkreuzen die vorigen, sind also jüngeren Ursprungs, und legen sich zuweilen schleppend an die Saalbänder der folgenden Classe an. Man nennt sie vetas atraviesas oder vetas bovas.

3) Gesteinsgänge. Diese streichen zwischen 10° und 50° Nordwest. Grünstein von mehr oder weniger zersetzter Beschaffenheit bildet die Ausfüllung. Zuweilen erscheint dieselbe als erdige gelbe Masse mit einzelnen festen Bruchstücken, mitunter lagert an den Saalbändern ein plastisch thoniger Besteg, meistentheils ist jedoch der petrographische Character noch vollkommen erhalten, das Gestein aber mürbe, zer-

klüftet und nur selten von grösserer Festigkeit. Wo diese Gänge sehr zersetzt erscheinen, da findet man in der Gangmasse häufig Brocken des Nebengesteins eingeschlossen, während dies da nicht der Fall ist, wo der Grünstein in noch solider Beschaffenheit den Gang erfüllt, so dass es scheint, als ob in letzterem Falle bei der Entstehung ein intensiveres Eindringen die Masse compacter gestaltet habe und der späteren Zersetzung weniger Gelegenheit geboten war als bei jenen nur in unvollkommener Weise ausgefüllten Spalten.

Der chilenische Bergmann bezeichnet diese Gesteinsgänge, denen man mit verschiedenem Habitus in allen Erzgruben begegnet, mit dem allgemeinen Namen Chorros, und betrachtet dieselben als einen Störenfried der Erzbildung und als das Untauglichste aller Gangvorkommnisse; — gewiss eine arge Verkennung der Thatsachen, da uns eine nur oberflächliche Betrachtung schon zeigt, dass sie als wichtigstes Moment im Gebirgsbaue, als Trägerin und Vermittlerin der Erzablagerungen betrachtet werden müssen. Das Erzgebiet von Chañarcillo wird südlich und nördlich durch Chorros begrenzt, ersterer streicht 10° Nordwest, und fällt mit 30° — 45° gen Süden, letzterer streicht 50° Nordwest, und fällt mit 75° — 80° gegen Norden ein. In weiter südlicher Richtung ist der Hauptgang nicht wieder aufgefunden worden. Das Gebirge wechselt hier in seinem geologischen Baue; es legen sich ausgedehnte Grünsteinkuppen vor. In nördlicher Richtung setzen die Gänge wohlausgebildet und in derselben Formation fort, sie sind aber gänzlich taub. Zwischen beiden einschliessenden Chorros tritt eine ganze Menge anderer auf, von denen die bedeutenden und wichtigsten in beifolgender Karte eingetragen sich finden. Auf den Verlauf der Erzgänge äussern dieselben alle denselben Einfluss. Wenn wir die Corrida colorada zur Betrachtung desselben wählen, und auf ihr von Süden gegen Norden vorschreiten, so verwirft ein jeder der übersetzenden Chorros den Gang nach Westen, unbekümmert um das beiderseitige Streichen und Fallen.

Die bedeutendste Verwerfung ist die nördlichste, sie beträgt bei der Corrida colorada 85 Meter, bei der veta Candelaria sogar 131 Meter, der Niveauunterschied der Schichten ist nur 10′ tiefer auf dem Hangenden. Die Gangmasse dieses Chorros, dessen Mächtigkeit zwischen 30 und 70 Fuss schwankt, ist sehr zersetzt, fast erdig und lässt nur an wenigen Stellen den wirklichen Gesteinscharacter erkennen. Auf die Oberflächenform des Berges äussert derselbe einen merkbaren Einfluss, indem in östlicher und westlicher Richtung sein Verlauf durch steile, tief eingewaschene Schluchten bezeichnet ist. An Bedeutung dem Vorigen wenig nachstehend, ist der Chorro, welcher die Gruben Bocona und Loreto durchkreuzt, mit einer Mächtigkeit von durchschnittlich 45 Fuss und einem Fallen von 80° gegen

Südwesten. Sein Gestein ist nur wenig zersetzt, an vielen Stellen sogar sehr fest und geschlossen. Auf dem Liegenden hat sich ein etwa 2 Fuss mächtiger kieseliger Eisen- und Manganerze führender Gang ausgeschieden. Die Chorros von San Francisquito, San José und San Francisco sind nur Zweige von ihm, und wenn wir die Corrida colorado von Desempeño und San Francisco in Betracht ziehen, so resultirt für das Verwerfungsmaass derselben 65 Meter. Ein Niveauunterschied der Gebirgsschichten beider Gruben ist, das allgemeine südliche Fallen in Betracht gezogen, nicht bemerkbar. Das zwischenliegende, von der Grube San José occupirte Stück jedoch erscheint um 105 Fuss eingesunken, und kann als eine westliche Abrutschung des durch die sich zufallenden Chorros nach unten keilförmig gestalteten Gebirgsstückes betrachtet werden, wodurch der Erzgang zwischen San Francisco und San José eine neue, der allgemeinen Regel entsprechende Verwerfung erlitten hat.

Der südlichste Chorro erscheint als ein Ausläufer der oben genannten Grünsteinkuppe, welche vom Cerro de los Carros bis zur Grenze der Grube Dolores zieht, indem in dieser Gegend sein Verlauf nicht verfolgbar ist, sondern sich weiter südlich erst kundgiebt. Sein sehr flaches Fallen bewirkt, dass die Grube San Blas in einer Tiefe von 3—400 Fuss die Corrida colorada schon in beträchtlicher Längenerstreckung bebauen konnte.

Die Art und Weise, wie die Gänge sub 1 von den Chorros verworfen werden, sowie der weiter unten näher zu erwähnende Einfluss, welchen der s. g. Manto grueso, als Extravasat der Chorros der Grube Valenciana, auf die in seinem Verbreitungsgebiete zu Tage brechenden Gänge äussert, lassen annehmen, dass Gänge und Chorros von gleichem Alter sind, d. h. dass durch die Eruptionen der letztern die Gangspalten sich bildeten.

2. Mantobildungen.

Von scheinbar noch grösserer Bedeutung als die eben betrachteten Gesteinsgänge erscheinen für das Erzvorkommen gewisse Gesteinlager oder Zonen, welche in grosser Ausdehnung und Regelmässigkeit dem Schichtenbaue eingeschaltet sind, und nicht nur in vielen Fällen für sich selbst schon Silbererze führen, sondern vorzugsweise im Niveau ihrer Verbreitung die durchsetzenden Gänge anreichern. Es sind dieses die s. g. Mantos. Das Wort Manto hat in der deutschen Bergmannssprache keinen gleichwerthigen Ausdruck, indem der chilenische Bergmann jede Gesteinsschicht ohne Rücksicht auf ihre Bildung und petrographische Beschaffenheit, sowie auch Erzlager und selbst schwebende Gänge mit dieser Bezeichnung belegt. Er unterscheidet dann Mantos pintadores, welche entweder erzführend sind oder doch die durchsetzenden Gänge anreichern.

und Mantos broceadores, welche jene Eigenschaft nicht besitzen; beide können wirkliche Schichten (Flötze) oder auch Gesteinslager sein. Das Nebengestein heisst bei ihm panizo, und auch hier unterscheidet er analog panizos pintadores, in welchen mantos pintadores aufzutreten pflegen; und panizos broceadores, in welchen die Gänge taub erscheinen. — Gegenstand dieser Betrachtung sind nur die Mantos pintadores oder speciell Gesteinszonen, welche einen günstigen Einfluss auf den Erzgehalt des Ganges haben.

Die äusseren Eigenschaften, sowie die petrographische Beschaffenheit dieser in vieler Hinsicht merkwürdigen Bildung wechselt sehr, bald sind dieselben erdig, mürbe, bröcklig und mergelartig, bald bedeutend fester als das Nebengestein; hier erscheinen sie als Lager eruptiven Ursprungs, dort als wirkliche Schichten; nur eine Eigenschaft ist allen eigen, nämlich die eines metamorphischen Characters. Dieser letztere und allgemein die Bildung der Mantos steht aber mit den Gangspalten in eben so naher Beziehung, als die Erzführung der letzteren durch sie bedingt erscheint. Je weiter ab vom Gange entfernt, um so weniger typisch entwickelt erscheinen die Mantos, und gehen im weiteren Verlaufe ihrer Verbreitung allmählig in den noch mehr oder weniger primitiven Zustand des betreffenden Gesteins über, derart jedoch, dass dieselbe Schicht im Contacte mit edlen Gängen jedesmal wieder zu einem veredelnden Manto sich gestaltet, so dass es scheint, als ob die Metamorphose in bestimmten Niveaus und vielleicht auch besonders praedisponirten Schichten thätig war.

Am entwickeltsten in Bezug auf Erzführung und Anzahl zeigen sich die Mantos in oberer Teufe, wo der ganze Schichtenbau ein mehr lockeres Gefüge hat und mehr oder weniger verändert erscheint. Besonders erstreckt sich diese Veränderung oder Zersetzung auf das Hangende der Gänge und characterisirt sich dadurch, dass der den Schichten eigene Erzgehalt an Blende, Kies und Bleiglanz verschwunden ist, das Gestein gebleicht, schmutzig gelb und grau gefärbt und häufig gelb gefleckt erscheint. Im nördlichen Theile des Berges reicht die allgemeine Zersetzung bis zu 600 Fuss Tiefe; im Süden jedoch nur bis etwas über 200 Fuss hinab, wofür der Grund in dem Schichtenbaue zu suchen ist, welcher am letztern Orte bedeutend compacter ist.

Bemerkenswerth ist der Umstand, dass die Mantos vorzugsweise auf dem Hangenden ausgebildet sind, wogegen das Liegende, ganz geschlossen, noch den primitiven Gesteinscharacter trägt. An jener Seite des Ganges lagern dann dieselben in wechselnder Wiederholung bis zur Höhe des Erzmittels übereinander; das ganze Nebengestein erscheint von zahlreichen erzführenden Klüften und Gangtrümmern durchsetzt und so reichlich mit

Erz imprägnirt, dass sein Silbergehalt 1 Procent und darüber steigt und oft bis auf 40 Fuss vom Gange entfernt noch bauwürdig ist. In solchen Fällen bemerkt man bei genauer Betrachtung eine Fortsetzung des bestentwickelsten der Mantos in das Liegende, und zwar als ungewöhnlich stark ausgebildete Schichtungsfläche. Dieselbe kennzeichnet sich als vorspringender Absatz auf dem liegenden Saalbande; der Gang springt um mehrere Zoll, zuweilen sogar um einige Fuss in der Richtung seines Fallens vor oder auch zurück, ein Beweis, dass die Schichtungsfläche so bedeutend war, um selbst die Spaltenbildung zu beeinflussen. Solche stark entwickelten Wechsel im Schichtenbaue, welche vielleicht schon bei der Ablagerung sich bildeten und durch spätere Gebirgsstörungen noch erweitert wurden, mögen wohl günstige Angriffspunkte für die methamorphisirenden Agentien gewesen sein, welche dann natürlich vorzugsweise auf das zerklüftete Hangende einwirkten, während das architektonisch unverhältnissmässig festere Liegende intact blieb.

Nicht selten findet man die Mantobildungen auf die Schichtungsflächen des Gesteins beschränkt. Dieselben sind dann jedoch nur in nächster Nähe des Ganges ausgebildet, kaum einige Zoll stark, indem an der Berührungsfläche der obern und untern Schicht ein thoniger Besteg sich gebildet hat, wodurch eine erdige Zwischenlage entsteht, welche meist Eisenocker, Kalkspath und Eisenbraunspath nebst erheblichem Silbergehalte führt. Auf den ersten Blick erscheinen diese Mantos als schwebende Gänge.

Die geschätztesten Mantos der obern Teufe sind diejenigen von körniger Textur und kieseliger Beschaffenheit; in ihnen erscheinen zahlreiche blaugraue Flecken, gebildet durch fein vertheiltes Chlorsilber, Schwefelsilber etc., wodurch der durchschnittliche Silbergehalt, welchen das Gestein ausserdem führt, noch bedeutend erhöht wird und zuweilen auf 3% sich steigert. Die chemische Verschiedenheit eines solchen Manto und des zugehörigen unzersetzten Gesteins, aus derselben Schicht im Liegenden des Ganges genommen, zeigt folgende Analyse:

I. Manto.		II. Gestein.	
SiO_2	47.97	SiO_2	22.82
Al_2O_3	6.22	$Al_2O_3 + F_2O_3$	3.53
Fe_2O_3	3.90	MgO	11.46
MgO	16.71	CaO	29.73
CaO	9.65	CO_2	31.09
CO_2	11.64	$KO + NaO$	1.69
$KO + NaO$	1.27	C	0.93
$AgCl$	1.55		
	98.91		101.25.

In grösserer Tiefe werden die Mantos viel seltener, ihre Mächtigkeit nimmt ab und wo sie auftreten, lagern sie nicht wie vorhin in mehrfacher Wiederholung übereinander, sondern es erscheint jedesmal nur ein einziger Manto und zwar in der Regel auf beiden Seiten des Ganges ausgebildet. Dabei sind dieselben von sehr kieseliger Beschaffenheit, zuweilen ganz hornsteinartig und nicht mehr mit Säuren brausend, von grauen, grünlich und gelblich weissen Farben, bandartig gestreift, durch viele feine Schichtungsgeflächen getheilt und von den tiefschwarzen Kalken ihrer Umgebung hierdurch sehr deutlich abgegrenzt. Ihre Mächtigkeit beträgt oftmals nur einige Zoll, selten mehr als einen Fuss und mehrfach nicht genau erkennbar, wenn der Manto nicht durch Schichtungsgeflächen sich abgrenzt, sondern nach oben und unten ganz allmählig in den Kalk übergeht. Einige der tieferen Mantos führen sehr viel Schwefelkies, auch Blende und Bleiglanz, wie z. B. der nach dieser Eigenschaft benannte Manto de bronce.

Die Erzführung auf den einzelnen Mantos im Tiefbaue wechselt sehr. Zuweilen führt der Gang nur ein Erzmittel von der Höhe der Mächtigkeit des angrenzenden Manto, derart, dass die Begrenzungsflächen des Manto den Gang schichtenartig durchsetzen. Zuweilen erscheint dasselbe vorzugsweise unterhalb; ebenso häufig aber auch oberhalb des letztern ausgebildet. In vielen Fällen führt nur der Manto etwas Silber und Erz, der Gang aber gar nichts. Die letztere Erscheinung ist in oberen Teufen sehr häufig und bergbaulich von grösster Wichtigkeit, da der Erzgehalt meist erheblich ist und auf weitere Strecken erhält, während in der Tiefe die Festigkeit des Gebirges einer grösseren Erzausscheidung auf den Mantos selbst hinderlich gewesen zu sein scheint.

3. Intrusive Lager.

Ausser den im Vorigen betrachteten Mantos, welche sich als metamorphisirte Kalkschichten kennzeichnen und mit dem eruptiven Grünsteine insofern in nahem Zusammenhange stehen, als sie typisch entwickelt nur in dessen Nähe ausgebildet sind, gibt es auch noch welche eruptiven Ursprungs. In den Gruben Delirio Constancia, Rothschild und San Blas treten an das Hangende der Corrida colorada deckenartig übergelagerte und zwischen die Kalkschichten eingeschobene Grünsteinlager, die im Contact mit dem Gange als veredelnde und an sich selbst reichhaltige Mantos erscheinen. Diese Grünsteinmasse durchsetzt schichtenartig den ganzen übrigen Theil des Berges. Sie trägt ganz den Character eines intrusiven Lagers, und wir betrachten dieselbe als das Extravasat der Chorros, welche in vereinigter Wirkung, und vielleicht begünstigt durch

ursprüngliche Wechsel im Schichtenbaue, diesen in einem durchgehenden Niveau lüfteten. Im südlichen Theile scheinen die Grünsteine des Cerro de los Carros und die Chorros von Loreto hauptsächlich das Material geliefert zu haben, während im Norden die daselbst durchsetzenden Gesteinsgänge sich im nämlichen Schichtenniveau ausbreiteten. Hierfür spricht der Umstand, dass in der Grube Colorado beide Lager sich fast auskeilen und zu verschwindend kleiner Stärke herabsinken, wogegen im übrigen Theile des Berges die Mächtigkeit schwankend bis zu 150 Fuss ansteigt. Derartige durchgehende Grünsteinlager gibt es in der Tiefe noch mehrere und in den höhern Schichten eine ganze Anzahl von nur partieller Ausdehnung, keilförmig zwischen die Schichten eingeschoben, zuweilen von linsenartiger Gestalt und theilweise als Mantos pintadores an die Gänge herantretend. Wir werden weiter unten sehen, dass jenes durchgehende Lager nicht allein die Grenze für die allgemeine Zersetzung des Gebirges vom Tage herein bildet, sondern im Zusammenhange hiermit auch die Erze hinsichtlich ihrer chemischen Zusammensetzung in verticaler Richtung in zwei grosse Gruppen theilt.

Die in jeder Hinsicht ausgezeichnetste Bildung dieser Art haben wir in dem s. g. Manto grueso (dicker Manto), durch welchen die höchste Kuppe des Berges als förmlich abgehoben sich darstellt. Es ist dieser Manto durch die Chorros gebildet, welche die Grube Valenciana durchsetzen, indem dieselben nicht zu Tage ausgehen, sondern sich schichtenartig ausbreiten. Das so gebildete Lager trägt noch weiter vorgeschrittene Zersetzungserscheinungen, als die genannten verzweigten Gesteinsgänge, welche seine Bildung veranlassten; es erscheint als ein Grünsteingruss von einer wechselnden Mächtigkeit bis zu 10 Fuss und besonders in östlicher Richtung ausgebildet. Das über ihm lagernde, in den Gruben Manto de Ossa und Candelaria noch etwa 100 Fuss mächtige Gebirge bis zu Tage ist zu einer grossen Trümmermasse zerbrochen, nirgends erkennt man mehr in ihm einen Zusammenhang der Schichten; die Bruchstücke liegen in grösster Regellosigkeit durcheinander, von schutterfüllten Spalten durchsetzt, die Gesteine sind mürbe, zuweilen tuffartig und erdig. Das Liegende bildet eine feste dicke Kalkbank, die wegen ihrer durchgehenden glatten Oberfläche la mesa de piedra (Gesteinstisch) genannt wird, und von welcher aus abwärts erst der geschlossene Schichtenbau beginnt. Der grosse nördliche Chorro durchsetzt diesen Manto und zieht ihm gewissermassen eine Grenze, indem nördlich desselben die Bildung zwar noch vorhanden und erkennbar, aber nicht mehr characteristisch ist. Die auffallendste Eigenschaft des Manto grueso ist die, alle in sein Bereich fallenden Erzgänge in der Richtung seines Fallens zu

schleppen, so dass es bei Betrachtung derselben von der Tiefe aufwärts erscheint, als ob sie gar nicht zu Tage ausgingen. Das Mass der Schleppung ist verschieden und beträgt zwischen 100 und 200 Fuss; dann richten sich die Gänge steil auf und durchbrechen das noch aufliegende Trümmergebirge. So bricht die Corrida colorada erst inmitten des Feldes Manto de Cobo zu Tage; der Gang Candelaria nahe der Westgrenze der Grube Manto de Mandiola und ein südnördlicher Gang der Grube Bolaco nuevo zwischen den centralen Grenzsteinen der Grube Valenciana als s. g. Guia del Carmen alto. (Siehe hierzu Profil Taf. II.) Der Manto führt in seiner ganzen Ausdehnung Körner und Incrustationen von Chlorsilber und ist besonders da reichhaltig, wo Gänge oder Trümmer mit ihm fortziehen. In der Grube Manto de Mandiola war der Erzgehalt desselben in Folge der Schleppung der Veta Candelaria und zugleich derjenigen der Guias de la Descubridora sehr bedeutend, und da wo sich beide im Verein über dem Manto aufrichteten und zu Tage brachen, ganz aussergewöhnlich zu nennen, indem massive Platten gediegenen Silbers und Chlorsilbers von 10 bis 20 Centner Gewicht ausgebrochen wurden. Im Norden des grossen Chorro, in der Grube Candelaria, ist der Gang gleichen Namens über dem Manto nicht bekannt; es scheint sich derselbe in dem aufliegenden zerbrochenen Gebirge zu zerschlagen.

Erzvertheilung.

Der unverkennbare innige Zusammenhang zwischen Manto- und Erzbildung macht die Erzvertheilung auf den Gängen zu einer sehr ungleichmässigen. Die Erzmittel erscheinen an gewisse Schichtenniveaus gebunden, welche durch taube oder sterile Bergmittel von einander getrennt sind. In den edlen Niveaus sind dann Ungleichartigkeit des Zersetzungszustandes im Nebengesteine und Contacterscheinungen in erster Linie wichtig, wogegen die ursprüngliche Verschiedenheit der Gesteine ohne Einfluss zu sein scheint. So sind beispielsweise weder an der untern noch an der obern Auflagerungsfläche des oben gedachten das ganze Gebirge durchsetzenden intrusiven Grünsteinlagers keine Erzablagerungen angetroffen worden, es wurden im Gegentheil erzführende Gänge taub, sobald sie sich der Contactfläche näherten. — Von entschiedenem Einflusse auf die Erzvertheilung ist sehr häufig die Mächtigkeit der Gänge. Mehrfach sind kleinere Gänge, die so häufig in diesem Reviere von meist nur particller Ausdehnung auftreten, nur da mächtig, wo sie Erz führen, wie dies namentlich bei den Guias in der Grube Loreto der Fall ist, welche am Tage als reiche Gänge erschienen, dann nach der Tiefe zu verschwanden, um erst in der schwarzen Kalkzone unter dem Grünsteine

wieder aufzutreten, und zwar derart, dass sie in einem hier sehr entwickelten kieselreichen Manto anständige Gänge von 2 bis 3 Fuss Mächtigkeit darstellten, auf welchen einzelne Erzanbrüche in kürzester Zeit 10—15000 Mark Silber lieferten. Aber oberhalb sowohl als unterhalb des Manto sanken dieselben alsbald wieder zu kaum verfolgbaren Klüften herab, so dass das verticale Maass der Erzführung auf 4—5 Meter beschränkt blieb. Aehnlich und nur durch die grössere Vollkommenheit der Spaltenbildung modificirt, sind die Erscheinungen bei der Veta colorada. Auch diese erweitert sich fast jedesmal in den Anbrüchen, besonders noch durch den Umstand, dass sich im Hangenden Trümmer einstellen, auf denen die Concentration des Metallgehaltes grösser zu sein pflegt als auf dem Gange selbst. Diese Erscheinung ist so constant, dass der praktische Bergmann diesen Gang als einen aus zwei Gängen bestehenden Zug (corrida) betrachtet, von denen der constantere mit meist sehr glattem und polirtem Saalbande auf dem Liegenden ausgebildet ist und aus einer mehr erdigen, durchgehends von einem grusserfüllten Lettenbestege begleiteten Masse besteht, während der hangende Theil, mehr mit dem Nebengestein verwachsen, Kalk- und Braunspath führt. Letzterer führt daher den Namen Veta de cache (Spathgang), wogegen ersterer wegen seiner besonders in oberer Teufe sehr eisenreicher Erze Veta colorada (rother Gang) genannt wird. In tauben Zonen laufen beide in einer Mächtigkeit von höchstens einem Meter zusammen, in Erzanbrüchen aber entfernt sich der Spathgang bis auf 20 Meter vom Hauptgange und bildet ersterer dann meist den reicheren Theil des Erzvorkommens. Diese im Streichen und Fallen bogenförmig gestalteten Abschweifungen bildet die Veta de cache meist auf dem Hangenden, wie solches im Gangnetz Taf. I in der Grube Colorada und im Profile Taf. II der Grube Valenciana ersichtlich ist; nur in der Grube Delirio setzt dieselbe auf das Liegende über und wurde lange Zeit als selbstständiger Gang, Veta forastera, (fremder Gang) betrachtet, bis der bogenförmige Verlauf durch die Baue festgestellt wurde. In dieser Grube war die Veta colorada in ihrer Erzproduktion fast Null gegen die des überaus reichen Spathganges. Hiernach erscheint die Veta colorada als die eigentliche Gangsspalte, welche zum Theil von oben herab ausgefüllt wurde, während die Gangart- und Erzbildung auf der Veta de cache als ausschliesslich aus dem Nebengestein ausgeschieden zu betrachten sein dürfte. Die Hinneigung des Ganges zu steigender Mächtigkeit, welche durch die Ausbildung der Veta de cache ihren vollkommensten Ausdruck findet, wird noch unterstützt durch das Auftreten anderer paralleller Trümmer und solcher welche den Gang kreuzen, so dass in den Erzmitteln eine mannigfache Communica-

tion mit dem Nebengestein vorhanden ist, welche die Zuführung der Erztheile nach diesen Punkten vermittelt und die Concentration begünstigt zu haben scheint.

Wie die veredelnden Gesteinszonen (Mantos) in horizontaler Richtung die Erzvertheilung beeinflussen, in analoger Weise ist dieses in verticaler Richtung mit den Gesteinsgängen (Chorros) der Fall. Wir sehen auf den Kreuzungspunkten der Gänge mit den Chorros die bedeutendsten Anbrüche sich wiederholen. Im Norden ist die Veta Candelaria in der Grube Manto de Mandiola sehr ergiebig in unmittelbarer Nähe des grossen Chorro und ebenso nach der Verwerfung in der Grube Candelaria. Der überaus reiche Erzanbruch der Guias del Manto de Ossa in der Grube gleichen Namens wurde von Chorro abgeschnitten und setzte in gleicher Reichhaltigkeit in der Grube Bolaco viejo fort, hier mit 20 Meter Längenausdehnung von Chorro nördlich, dorten genau ebenso 20 Meter gen Süden. Der südlich nächst folgende, in westlicher Richtung sich theilende mehr feste Grünsteingang zeigte auf seinen Hangenden und Liegenden im Kreuze mit der Veta Candelaria und dem der Guias de la Descubridora so reiche und nachhaltige Erzmittel, dass man diesen Punkt la bolsa (die Börse) nannte. Die geringe Entfernung in welcher der nördliche Chorro durchzieht, bewirkte neben einer mannigfachen Mantobildung, dass die Veta Candelaria in diesem Zwischenstücke durchgehends reichhaltig bis auf den Grünstein niedersetzte. In der Grube Valenciana fanden die Erzanbrüche nur an dem Gesteinsgange und besonders zwischen ihm und seinem nördlichen Zweige statt. In gleicher Weise wiederholt sich diese Erscheinung bei den übrigen Chorros, wo dieselben unter übrigens günstigen Umständen mit Gängen edlen Streichens sich kreuzen, wie namentlich in San Jose, Loreto und Guias de Carvallo.

In den Gruben Delirio Constancia und San Blas treten Manto- und Chorrobildung gewissermassen in Verschmelzung zusammen auf, indem wie Seite 28 schon erwähnt wurde, das Extravasat des südlichen grossen Chorro deckenartig bis an die Veta colorada herantritt, wodurch die Contactverhältnisse besonders günstig sich gestalten. —

Wir haben für die Erzgänge zwei in grösster Klarheit ausgesprochene Veredelungszonen, die Mantos in horizontaler, die Chorros in verticaler Richtung. Ausser dem Bereiche dieser finden sich keine Erzmittel. Die reichsten Anbrüche liegen auf den Kreuzungspunkten beider oder über ersteren, aber in nächster Nähe der letzteren, besonders dann, wenn sich von dem betreffenden Chorro Gesteinskeile in die Gangebene einschieben und auf längere Erstreckung hin günstige Contactverhält-

nisse bewirken. Man wird jedoch nicht erwarten können, dass eine gewisse als panizo pintador sich characterisirende Gesteinsschicht allenthalben, wo sie von Chorros durchsetzt wird, mantos pintadores einschlösse und unfehlbar Erzanbrüche stattfinden müssten; — die Bildungsbedingungen für die Metamorphose waren eben nicht immer alle vorhanden, locale Abweichungen im Schichtenbau und Texturverschiedenheiten sowie andere Ursachen konnten in mannigfacher Weise ungünstig einwirken. —

Die begleitenden Erscheinungen, unter welchen die besprochenen Verhältnisse auftreten, sind in gleichem Niveau einander ähnlich; sobald man jedoch die Zonen verschiedener Tiefe mit einander vergleicht, so ergeben sich bezüglich der Menge des Metallgehaltes sowohl als auch in der Art der chemischen Zusammensetzung der Gang- und Erzmassen, bedeutende Verschiedenheiten. Diese Teufenunterschiede, theils ursprüngliche, theils secundäre, machen sich vom Tage herein bis zu der durchgehenden Grünsteinbank weniger bemerklich, so dass letztere die Demarkationslinie in der vergleichenden Betrachtung darstellt. —

Zur Feststellung der ursprünglichen Teufenunterschiede ist im Vorhergehenden schon in mehrfacher Hinsicht angedeutet worden, dass der Erzgehalt mit der Tiefe abnehme. Nicht allein erscheinen die Gänge im tieferen festen Gebirge zusammengedrückt, sondern auch die Mantos werden seltener, und sie sowie das Nebengestein, welche in oberen Teufen stellenweise grosse Quantitäten bauwürdiger Erze lieferten, enthalten hier gar nichts mehr. Noch viel ungünstiger gestaltet sich das Verhältniss durch den Umstand, dass die meisten Trümmerzüge sich in den tieferen Schichten auskeilen oder zu kaum noch bemerkbarer Mächtigkeit herabsinken. Schon die unter 5 aufgeführte Kalkzone unter dem ersten mächtigen Grünsteinlager entsprach in den nördlich gelegenen Gruben nicht im Entferntesten den Hoffnungen, welche man beim ersten Erreichen derselben auf sie baute. Nur in der corrida colorada von der Grube Colorado bis zu San Blas und in den Guias von Loreto entwickelten sich über ihr mantos pintadores und reiche Erzmittel, im ganzen übrigen Revier nur Spuren oder gar nichts. Die reichen Guias de la Descubridora und Manto de Ossa sind gar nicht wieder zu finden, und selbst der mächtige und edle Gang Candelaria scheint wie jene nur von jener Grünsteinbank aufwärts ausgebildet zu sein. In den Kalkschichten der Tiefbaue, vom s. g. Manto de cache abwärts sind über der corrida colorada in der Grube Valenciana die Mantos aufgefunden und theilweise ausgerichtet, jedoch ohne Erzmittel. Letztere beginnen erst in der Grube San Francisquito, beziehungsweise Loreto in deren Feld der Gang in

dieser Tiefe eingefallen ist, und reichen bis zur Grube San Blas beziehungsweise Flor de Maria. Auch die Grube Descubridora hat diese Schichten schon erreicht, aber ihr Gang zeigt sich bezüglich Erzführung in einem äusserst traurigen Zustande, und es erscheint nicht wahrscheinlich, dass in dieser oder gar grösserer Tiefe ausser auf der corrida colorada in Loreto und südlich, irgend welche Anbrüche überhaupt noch gemacht werden würden. Die Erklärung dieser Thatsache ist nicht schwierig. Wir haben im Süden eine grosse Grünsteinmasse, welche zweifellos stockförmig zur Tiefe setzt, dazu den mächtigen Grünsteingang in Loreto mit südlichem Fallen und noch eine Kuppe desselben Gesteins in der Grube Trinidad. Diese grösseren Eruptivmassen wirkten im Hangenden des Ganges und bei dessen westlichem Fallen in grösserer Tiefe in unmittelbarer Nähe desselben, wodurch der Ausbildung der Mantos und der Contactverhältnisse überhaupt günstigere Gelegenheit geboten war, als bei den übrigen nur durchsetzenden Chorros.

Die Mächtigkeit der Gänge ist in der Tiefe viel geringer als oben; die Corrida colorada dehnte sich in den obern Bauen der Grube Valenciana mit $2 - 2^1/_2$ Procent Silbergehalt auf 10 Meter Mächtigkeit aus, wogegen dieselbe im Tiefbaue nur selten ein Meter beträgt.

Ueberraschender noch als die ursprünglichen, sind die secundären Teufenunterschiede, indem sich die Erze bezüglich ihrer chemischen Zusammensetzung in verticaler Richtung in zwei grosse Gruppen trennen. — Vom Tage herein treten neben gediegenem Silber die Verbindungen desselben mit Chlor, Brom, Jod und Quecksilber auf, in grösserer Tiefe aber erscheint nur gediegen Silber und dessen Verbindungen mit Schwefel Antimon und Arsenik, als Silberglanz, Polybasit und Rothgüldigerz. Analoge Verschiedenheit zeigt auch die begleitende Gangmasse. In der oberen Zone besteht dieselbe vorherrschend aus einer durch Eisenoxydhydrat gelb gefärbten Lettenmasse mit vielem reineren Eisenocker, Eisenbraunspath, Kalkspath und Schwerspath, auch mitunter etwas Malachit; in der Tiefe ist dieselbe von schwarzer oder grauer Farbe und erheblich fester; sie führt neben Kalkspath viel Blende, Bleiglanz und Arsenik, zuweilen auch Schwefelkies. Diese Art des Erzvorkommens gilt ganz allgemein für alle Silbergruben; sie ist mehr oder weniger vollkommen ausgebildet je nach localen, im Baue des zugehörigen Gebirges begründeten Verhältnissen.

Dieses generelle Auftreten der beiden Erzgruppen hat für dieselben eine allgemeine technische Bezeichnung hervorgerufen; man nennt die Verbindungen des Silbers mit Chlor, Brom und Jod metales calidos (aufregende Erze); diejenigen mit Schwefel, Arsenik und Antimon metales

frios (kalte Erze), Bezeichnungen, welche aus dem Verhalten der Erze bei der directen Amalgamation hergeleitet sind, indem erstere bei Gegenwart von Eisen und einer geeigneten Lauge sich direct und unter Wärmeentwickelung mit dem Quecksilber verbinden, wogegen letztere dieses nicht thun. Aus diesem Grunde zählt das gediegene Silber zu den metales calidos. Hiernach unterscheidet der Bergmann analog, panizos calidos, d. h. Gesteine, in welchen jene brechen, und welche einen mehr oder weniger zersetzten Character zeigen, und panizos frios von mehr primitiver Gesteinsbeschaffenheit und bezeichnend für die tiefere Erzzone. Auch die Kupfererzgänge verhalten sich ähnlich; bei ihnen liegen zuoberst Chlorkupfer, Malachit, Kupferoxydul und Eisenoxyd, nach unten folgen die Verbindungen des Kupfers mit Schwefel; Kupferkies, Buntkupfererz, Kupferglanz etc. und in Begleitung häufig Eisenkiese.

Für die obere Erzzone ist es characteristisch, dass sie in der Tiefe endigt, bis zu welcher die weiter oben gedachte allgemeine Zersetzung oder Veränderung der Gebirgsschichten überhaupt bemerkbar ist. In Chañarcillo ist diese Tiefe verschieden und erstreckt sich im Süden bis auf die Seite 21 unter 5) aufgeführten schwarzen Kalkschichten, welche schon der tieferen Zone angehören, wogegen im nördlichen Theile des Berges die Grenze etwa 65 Meter über genannten Schichten liegt. Wir finden dieselbe in der Grube Delirio 66 Meter, in der Valenciana 162 Meter unterm Tage. Der Grund für diese Erscheinung liegt sowohl in der Oberflächengestaltung des Terrains, als auch im Schichtenbaue des Gebirges, welcher im Norden weniger geschlossen ist, indem die Schichten an den steilen Gehängen ausgehen und den zersetzenden Einwirkungen in horizontaler Richtung auf den Schichtungsflächen der Gesteine Gelegenheit geboten war, in das Innere des Gebirges, d. h. zu relativ grösserer Tiefe vorzudringen. Auch sind hier der Gangspalten mehr als im Süden, wodurch in verticaler Richtung ebenwohl eine grössere Zerklüftung bedingt ist. —

Wäre die Struktur des Gebirges überall dieselbe, so würde unzweifelhaft die untere Begrenzungslinie für die Chlor-, Brom- und Jodverbindungen der Oberfläche des Terrains parallel sein.

Es ist noch zu erwähnen, dass diese Erzgruppirung nicht absolut scharf ausgebildet ist, indem kleinere Mengen von Schwefelsilber und Rothgüldigerz stets jenen der obern Zone angehörigen Erzen beigemengt erscheinen. Kleine Trümmer, welche im festen Nebengesteine, etwa im Liegenden der Gänge durchstreichen, führen selbst in der obern Zone ausschliesslich jene Verbindungen, besonders dann, wenn sie mit dem Nebengesteine fest verwachsen sind. Dieses gilt auch namentlich von

denjenigen Mantos eruptiven Ursprungs, welche hornsteinartig oder als unreine Granatschichten (Allochroit) ausgebildet sind; dieselben führen Chlor-, Brom- und Jodsilber immer nur in unmittelbarer Nähe der Gänge, in einiger Entfernung von ihnen aber nur die der tiefen Gruppe zugehörigen Erze.

Bei der Annahme eines secundären Ursprungs der Chlor-, Brom- und Jodverbindungen kann das Vorhandensein eines Restes der primitiven Bildung nicht befremden.

Bildungsweise und chemische Betrachtung.

In Rücksicht auf die in der allgemeinen Betrachtung näher ausgeführten Erscheinungen, welche es mehr als wahrscheinlich machen, dass von dem grössten Theile des chilenischen Festlandes die Meeresbedeckung erst in verhältnissmässig neuer Zeitepoche verschwunden ist, liegt die Annahme einer submarinen Bildung für diese Erzgänge sehr nahe. Die Eruptionen des Grünsteins, als deren Folge nicht nur die Spaltenbildung, sondern auch die Erzablagerungen zu betrachten sind, mochten wohl unter hohem Wasserdrucke stattfinden und dadurch besonders veranlasst sein, gewaltsam auf einzelnen Schichtungsflächen im Gebirge einzudringen und sich zu jenen mitunter sehr mächtigen Lagern auszubreiten, welche wir in mehrfacher Wiederholung mit den Kalkschichten wechsellagernd antreffen.

Fasst man die Erscheinungen zusammen, welche die Erzvorkommnisse begleiten, so würde es eine Verkennung aller Thatsachen sein, wollte man für dieselben eine andere Entstehung als die der Auslaugung des Nebengesteins annehmen; ja es dürfte kaum eine andere Localität sich finden, wo diese Bildungsweise der Erzgänge so schlagend bestätigt würde, als dieses bei den in Rede stehenden und in grösster Vollkommenheit ausgebildeten Gängen der Fall ist.

Die Bleiglanze, Eisenkiese und Blenden, welche den Kalken sowie den Grünsteinen massenweise eingesprengt und sogar stellenweise als selbstständige dünne Schichten eingelagert sind, enthalten durchschnittlich 4 bis 6 Loth Silber im Centner. Ihre Menge im Nebengesteine der Gänge steht mit den Erzanhäufungen auf letztern in umgekehrtem Verhältnisse. Je reicher die Anbrüche in den Gängen, desto ärmer ist das umgebende Gebirge an Kies, Bleiglanz und Blende. Desshalb stets der grössere Erzreichthum in oberen Teufen, wo der Zersetzungszustand des Gebirges am weitesten vorgeschritten ist.

Die metallhaltigen Solutionen, welche nach der Gangspalte hinströmten, wurden daselbst durch die Alkalien und alkalischen Erden

niedergeschlagen; es mussten daher die Gesteine, denen diese Niederschlagsmittel entnommen wurden, ärmer an denselben, d. h. relativ reicher an Kieselsäure und Thonerde werden. Dieses sind die Mantos. Je mehr sie sich ausbildeten, um so mehr musste ihr Volum schwinden; — daher die Erweiterung der Gänge in edlen Mantos und das Auftreten zahlloser Klüfte und Trümmer in denselben, auf denen sich Gangmaterial und Erz ansammelten.

Die Bildungsgeschichte der Erzmittel lässt sich an der Hand der das Auftreten derselben begleitenden geologischen und geologisch chemischen Erscheinungen noch weiter verfolgen. Die Beobachtung zeigt uns den Weg, auf welchem sich die Lösungen nach den Concentrationsstellen hin bewegten. Bei dem Hauptgange, der corrida colorada, kamen dieselben fast überall aus dem weniger solid gebauten Hangenden. Desshalb sind die Mantos nach dieser Seite erzführend bis weitab vom Gange ausgebildet, desshalb setzen dieselben nicht auf das Liegende über, wenn dieses geschlossen und unzersetzt ist; desshalb ist der hangende Theil des Ganges reich, der liegende aber arm oder gar taub, und desshalb finden wir letzteren mit glattem Saalbande, ersteren dagegen mit dem Nebengesteine verwachsen. Hier traten die Lösungen an die Gangspalte heran, hier kam Gangmaterial und Erz auscrystallisirend und niederfallend zuerst zum Absatze und beide verengerten bei fortschreitender Bildung die Gangspalte in der Richtung vom Hangenden zum Liegenden, Die von oben herab eingeführten Substanzen, als Gruss und Schlamm wurden in Folge dessen auf das Liegende gedrängt, wo wir dieselben als grusserfüllten Lettenbesteg jetzt finden, welcher selbst in den reichsten Erzanbrüchen ohne Erzgehalt erscheint. In tauben Zonen ist der Gang fast nur von diesem grussigen Letten und Schutte ausgefüllt und beide Saalbänder desselben erscheinen glatt geschliffen und polirt.

Als zweiter mindestens gleich wichtiger Factor bei der Erzbildung sind die Gesteinsgänge (Chorros) zu betrachten, indem die Bildung der Mantos an ihre Nähe gebunden erscheint. Der Grund hierfür dürfte wohl darin zu suchen sein, dass die Chorros eine lang anhaltende Wärmequelle bildeten, von welcher aus die Ableitung auf den Gangspalten einestheils, auf Schichtungsflächen im Gebirge anderntheils stattfand. Es ist oben erwähnt worden, dass bei ausgebildeten Mantos eine starke Schichtungsfläche in das Liegende fortsetzt. In solchen der Erwärmung zugänglichsten Zonen mochte die Zersetzung und Erzbildung vorzugsweise ihren Verlauf nehmen, und es begreift sich, dass in der Nähe der Chorros dann die Bildungsbedingungen am günstigsten waren.

Zur vergleichenden Uebersicht folgen hier einige Kieselsäure- und

Thonerdebestimmungen von drei weniger zersetzten Gesteinen und solche von drei Mantos pintadores. Die Nummern zeigen im Profil Taf. II die Lagerungsorte derselben an.

	Gesteine.			Mantos.		
	1	3	5	2	4	6
SiO_2	24.69	30.91	29.11	57.77	22.38	32.25
$AlO_3 + FeO_3$.	7.46	4.19	4.21	27.02	19.37	9.95
AgCl	0.00	0.00	0.00	0.83	0.17	0.08

Man sieht, dass der Gehalt an Kieselsäure und Thonerde in dem tauben Nebengestein höchstens auf 35% steigt, während derselbe in den Mantos 85% erreicht.

Es unterliegt wohl nicht dem geringsten Zweifel, dass die Erze der tiefern Zone, Schwefelsilber Rothgüldigerz etc. die primitivere Bildung ist, während die in oberer Teufe brechenden Chlor-, Brom- und Jodverbindungen des Silbers Umwandlungsproducte aus jenen sind.*) Das Auftreten der metales calidos ausschliesslich in oberster Teufe und in einer der Terrainoberfläche parallelen Zone, in welcher gleichzeitig ein allgemeiner Zersetzungszustand der Gebirgschichten wahrzunehmen ist, sind Erscheinungen, die zweifellos eine vom Tage herein stattgefundene Umwandlung anzeigen, deren Wirkung rücksichtlich der Tiefe von der grösseren oder geringeren Festigkeit des Gebirges abhängig war.

Im Anschlusse an die oben als sehr wahrscheinlich angedeutete submarine Entstehung dieser Erzgänge liegt es nahe, das Meerwasser als zersetzendes Agenz anzusehen, denn in ihm sind die zur Bildung jener Erze erforderlichen Körper vorhanden. Diese Annahme wird nicht unerheblich durch die Thatsache unterstützt, dass das quantitative Verhältniss zwischen Chlor, Brom und Jod auf den Gängen als ein dem im Meerwasser enthaltenen analoges erscheint. Das Jodsilber ist immer ein nur sparsam auftretendes Erz; auch der Jodgehalt des Chlor- und Chlorbromsilbers ist, wenn er sich einstellt, nur unbedeutend, wogegen letztere Verbindungen wohl die Hälfte der Gesammterzmasse der metales calidos bilden, woraus ein bedeutendes Vorwalten des Chlors auch gegen das Brom resultirt. Die übrige meist grössere Hälfte ist gediegen Silber.

*) Der Curiosität halber sei es hier erwähnt, dass Pissis (v. Cotta's Erzlagerstätten Bd. II. S. 668 ff.) das Auftreten der verschiedenen Silberverbindungen an bestimmte geologische Formationen knüpft, Hornerze im Kalke des Lias, Glaserze und Rothgüldigerz im rothen Sandsteine u. s. w. Nach demselben liegen dann die Erzgänge von Tres Puntas in der silurischen Formation, wozu ich bemerke, dass dortselbst die Gryphaea arcuata recht häufig ist. Auch rührt nach Pissis der Erzgehalt der Mantos nur daher, dass sich der obere(!) Theil eines Erzganges in eine poröse(!) Schicht verzweigt!!!

Bei den im Folgenden mitgetheilten Versuchen über die Bildung der genannten Erze ist die letztere Erscheinung besonders beachtenswerth.

Die Bildung von gediegenem Silber aus Schwefelsilber mittelst Reduction durch Wasserdampf bei hoher Temperatur hat Bischoff schon vor längerer Zeit nachgewiesen und hieraus geschlossen, dass diese Reduction auch ohne Erhitzung des Schwefelsilbers, schon durch siedend heisse Wasserdämpfe allein erfolgen würde. Obgleich ich die Schlussfolgerung von Bischoff, dass wenn eine Röhre mit eingeschlossenen Erzstücken erhitzt und anhaltend und in grösserer Menge Wasserdämpfe durchströmen, die Erze nur wenig über den Siedpunkt des Wassers erhitzt würden, nicht acceptiren kann, so haben mir einige angestellte Versuche allerdings erwiesen, dass die Reduction auch schon durch Wasserdampf bei 100° erfolgt. Im Gegensatze aber zu den Versuchen von Bischoff fand ich, dass das Schwefelsilber den Wasserdampf auch selbst schon bei genannter Temperatur wirklich zerlegt, und nicht die dem Wasser beigemengte atmosphärische Luft allein es ist, welche die Reduction bewirkt, denn die übergeleiteten und dann condensirten Wasserdämpfe enthielten Schwefelwasserstoff und Schwefelsäure. Will man bei dem Versuche eine erhöhte Temperatur anwenden, so eignet sich zu demselben am zweckmässigsten ein Verbrennungsofen, dem man eine etwas geneigte Stellung gibt. Ist dann die Verbrennungsröhre, in welcher man das Schwefelsilber erhitzen will, an dem höher gelegenen Ende abwärts gebogen, so lässt sich der Wasserdampf von unten herauf einleiten, wodurch ein Springen des Rohrs durch Eintreten condensirter Dämpfe in den erhitzten Theil desselben verhindert wird, indem die Wasserdämpfe, welche sich in dem aufsteigenden Schenkel verdichten, wieder in den tiefer stehenden Dampfentwickelungskolben zurückfliessen können.

Am kräftigsten erfolgt die Reduction bei künstlich bereitetem Schwefelsilber, besonders wenn man dieses behufs noch grösserer Vertheilung mit Glassplitter gemengt anwendet; dann aber ist dieselbe wesentlich abhängig von dem Temperaturgrade. Bei den mit Gas geheizten Verbrennungsöfen ist es leicht, verschiedene Stellen der Röhre verschieden stark zu erhitzen, wobei man den Temperatureinfluss sehr gut beobachten kann. Wird die Hitze bis zum schwachen Glühen gesteigert, so enthalten die entweichenden Wasserdämpfe so reichlich Schwefelwasserstoff, dass ein mit Bleilösung getränktes Papier sofort von ihnen geschwärzt wird. Es gelingt auf diese Weise leicht, ausser den baum-, moos- und drahtförmigen Gestaltungen des Silbers, auch grössere Stücke regulinischen Metalls bis zu 1 grm. Gewicht in 5—6 Stunden zu erhalten.

Zu den Versuchen mit Wasserdämpfen bei 100° Wärme diente ein gläserner Kühlapparat wie solche neuerdings in den Laboratorien zu kleinen Destilationen angewendet werden. Das Schwefelsilber wurde in die innere durchgehende Glasröhre gebracht, welche mit einem geräumigen Dampfentwickelungskolben verbunden war, von dem aus ein zweites Rohr zugleich einen ununterbrochenen Dampfstrom durch das Kühlrohr führte, wodurch die Wirkung des Apparats in eine seiner Bezeichnung nach umgekehrte verwandelt, d. h. das Schwefelsilber constant in einer Temperatur von wenigstens nahezu 100° erhalten wurde. Durch Ventile konnten die Dämpfe in beiden Leitungen etwas gespannt werden. Nach anhaltendem Kochen des Wassers wurde dann die Verbindung des Dampfkolbens mit dem Apparate hergestellt. Den Nachweiss des sich bildenden Schwefelwasserstoffs kann man zu jeder Zeit des Versuchs in der Weise führen, dass man die entweichenden Wasserdämpfe in eine verdünnte Lösung von salpetersauren Silberoxyd leitet, in welcher alsbald eine braune Färbung entsteht. Wird der Versuch 4—5 Stunden fortgesetzt, so erhält man in dem überdestilirten Wasser durch salpetersaures Silberoxyd eine nicht unerhebliche Fällung von Schwefelsilber und nachdem dieses abfiltrirt und die Flüssigkeit auf ein geringes Volum eingedampft ist, mit Chlorbarium eine deutliche Schwefelsäurereaction. Eine mögliche Oxydation des Schwefelwasserstoffs war hierbei ausgeschlossen, indem der ganze Apparat fortwährend mit Wasserdampf erfüllt war.

Das Schema, welches die besprochene Reaction veranschaulicht, würde folgende sein

$$4\,Ag_2S + 4\,H_2O = 8\,Ag + SH_2O_4 + 3\,H_2S.$$

Wenn somit die Bildung von gediegenem Silber aus Schwefelsilber in dieser Weise feststeht, so ist bei der bekannten Beobachtung, dass ersteres durch längere Einwirkung von Meerwasser in Chlorsilber umgewandelt werden kann, eine mögliche Entstehung des Chlorsilbers auf den Gängen gegeben. Wichtig aber muss es erscheinen zu untersuchen, ob nicht aus Schwefelsilber direkt unter ähnlichen Verhältnissen Chlorsilber sich bilden kann. Diese Frage ist nach den ferner angestellten Versuchen zu bejahen.

Wenn man Schwefelsilber mit Chlornatrium gemengt in obigen Apparaten mit Wasserdampf behandelt, so lässt sich das gebildete Chlorsilber in der behandelten Masse unzweifelhaft nachweisen. Die Bildung erfolgt bei nur siedendheissen Wasserdämpfen sehr langsam und ist kaum nachweisbar, wenn man Chlornatrium allein anwendet; bei gleichzeitigem Zusatze von Chlormagnesium hingegen ist die Reaction sehr deutlich. In höherer Temperatur geht die Umwandlung bedeutend rascher.

Leichter noch als die Bildung von Chlorsilber, erfolgt die von Jodsilber, wenn ein Gemenge von Schwefelsilber und Jodkalium mit Wasserdampf behandelt wird. Man braucht die behandelte Masse nur mit etwas Wasser auszuziehen und zu filtriren, so scheidet sich bei grösserem Wasserzusatze das im Jodkalium gelöste Jodsilber aus. Ausserdem ist in der Flüssigkeit mit Leichtigkeit noch Schwefelsäure nachzuweisen. Hier wie dort enthalten die übergegangenen Wasserdämpfe Schwefelwasserstoff.

Die Erklärung dieser Reaction ist aus folgendem Schema ersichtlich:

$$5\,Ag_2S + 2\,KaJ + 4\,H_2O = 2\,AgJ + 4\,H_2S + S\,K_{a_2}O_4 + 8\,Ag.$$

Hiernach wird die Bildung von Jodsilber begleitet von der Ausscheidung einer grösseren Menge gediegenen Silbers, was mit dem Erzvorkommen auf den Gängen sehr wohl im Einklange steht.

Setzt man bei den Versuchen zu dem Schwefelsilber etwas Schwefelkies in fein gepulvertem Zustande, so geht die Bildung von Chlor-Brom oder Jodsilber rascher vor sich, was durch die aus dem Kiese mit Leichtigkeit sich bildende Schwefelsäure erklärlich wird.

Mit Berücksichtigung dieser Erscheinungen ist die Entstehung der metales calidos aus den geschwefelten Erzen durch Einwirkung von Meerwasser und Wasserdämpfen sehr wohl denkbar, zumal zur Bildung letzterer das Vorhandensein von Eruptivgesteinen im Gebirge der in Rede stehenden Gänge genugsam Gelegenheit geben mochte. Selbst wenn der Brom- und Jodgehalt der Gänge relativ gross erscheinen sollte, so ist hierfür eine Erklärung in der grösseren Zersetzungskraft des Jod- und Bromalkalis gegenüber dem der Chloralkalien gegeben.

Ich habe die angeführten Versuche im zugeschmolzenen Rohre unter Anwendung von etwa 20° Wärme wiederholt und gefunden, dass sich auch hier Chlor- oder Jodsilber bildet. Besonders erhält man bei Anwendung von Jodkalium und frisch bereitetem Schwefelsilber nicht unerhebliche Mengen von Jodsilber in Lösung, welches sich bei grösserem Wasserzusatze aus der Flüssigkeit ausscheidet. Auch ist in derselben deutlich Schwefelsäure nachweisbar. Schwefelwasserstoff war nicht gebildet worden. Bei einigen Versuchen zeigte die Flüssigkeit eine Reaction auf Schwefelkalium, welche freilich erst nach einiger Zeit eintrat, woraus es wahrscheinlich wird, dass dieselbe einem unterschwefligsauren Salze zuzuschreiben ist, da es sich nicht gut vereinbaren lässt, dass Schwefelkalium neben Jodsilber bestehen sollte, zumal in der Flüssigkeit eine selbst sehr verdünnte Lösung von Schwefelamonium eine schwarze Fällung bewirkte. Trotzdem wird der Jodsilberbildung in der Natur die gleichzeitige Entstehung von Schwefelwasserstoff oder Schwefelalkali nicht entgegen stehen, wenn letztere im Momente der Entstehung succesive

entführt werden, wie dieses bei den ersteren Versuchen mit Ueberleiten von Wasserdampf der Fall ist.

Bei Vergleichung der Erzanbrüche in oberer Teufe scheint es, als ob die Verbindungen des Chlor, Brom und Jods mit dem Silber in bestimmter Aufeinanderfolge im Gange geordnet wären. Sicher glaube ich dieses beim Chlorsilber beobachtet zu haben, welches das höchste Niveau, d. h. das Ausgehende der Gänge einnimmt. In Chañarcillo, wo die Ausbildung der Erzmittel im Allgemeinen in so ausgezeichneter Weise sich darstellt, reicht das reine Chlorsilber bis zu höchstens 20 Meter Tiefe hinab, dann stellt sich der Bromgehalt ein, welcher mit steigender Tiefe zunimmt. Das jodhaltige Chlorbromsilber folgt dann weiter abwärts und das reine Jodsilber findet sich auf der Grenze dieser Erze mit den Schwefel- und Arsenverbindungen des Silbers. In den Gruben Delirio und Constancia, wo das massenhafteste Vorkommen, welches vom Jodsilber überhaupt beobachtet sein dürfte, stattfand, erfolgte dieses in 60 bis 70 Meter Tiefe unmittelbar über bleiglanz- und kiesreichen Schichten, in welchen die ersten Silberglanz- und Polybasitanbrüche lagen, und wurde von den Bergleuten den s. g. metales frios zugezählt. Die weiter unten mitgetheilten Analysen, welche in ihrer Reihenfolge die zunehmende Tiefe repräsentiren, zeigen die erwähnte Aufeinanderfolge. Domeyko*) erwähnt zwar bei Gelegenheit der Besprechung des Jodsilbers von der Grube Algodones unfern Coquimbo eine umgekehrte Lagerungsfolge, welche, wenn sich dieselbe auf Autopsie gründen sollte, weitere Beobachtungen über dieses Verhältniss, mit specieller Berücksichtigung der begleitenden Erscheinungen, als sehr wünschenswerth erscheinen lassen.

Es sei hier noch einer eigenthümlichen Erscheinung Erwähnung gethan, welche sehr reichen mantos eigen ist. Wenn man nämlich grössere Stücke derselben zerbricht, so entwickeln dieselben auf den frischen Bruchflächen einen auffallend starken Chlorgeruch. Man könnte dieses einfach einer zersetzenden Einwirkung des Lichts auf das über die vielen Klüfte des Gesteins fein ausgebreiteten und beim Zerbrechen freigelegten Chlorsilbers erklären, es tritt jedoch die Erscheinung ebenso bestimmt auf, wenn man das Experiment in den dunklen Grubenräumen anstellt. Prägnant ist der Geruch nur bei frisch ausgebrochenen Stücken, er verliert sich gänzlich nach nur kurzer Zeit.

---

*) Domeyko, Elementos de Mineralogia. p. 206 Aparace (el joduro de plata) solo en la parte superior de la veta cerca dela superficie. Profundizándo la misma veta, se ha encontrado primero unos cloruro-bromuros verdes, terrosos, y mas abajo el cloruro puro con plata sulfúrea.

Ein häufiger Begleiter des Chlor- und Chlorbromsilbers ist das Amalgam. In den Porphyrtuffen von Los Bordos und San Antonio im Thale von Copiopó bildet dasselbe stellenweise fast die Hälfte des Erzgehaltes; auch in Tres Puntas und manchen andern Orten bricht es in nicht unerheblicher Menge. In Chañarcillo ist besonders der nördliche Theil des Ganges Corrida colorada reich an ihm. An keinem der genannten Orte habe ich jedoch in Tiefbauen ein Vorkommen von Quecksilber beobahtet. Es ist daher wahrscheinlich, dass dieses Metall erst nach der Erzbildung und zwar von oben herab auf die Gänge gelangt ist, woselbst es sich mit dem Chlorsilber zu Amalgam und Chlorquecksilber umsetzte. Die chemische Prüfung dieser Silbererze ergibt fast stets einen Gehalt an Quecksilberchlorür.

Bei der grossen Aehnlichkeit und dem übereinstimmenden Verhalten der Verbindungen des Silbers mit dem Chlor, Brom und Jod und der Eigenschaft dieser Salzbilder sich mit Leichtigkeit gegenseitig zu substituiren ist von vorn herein zu vermuthen, dass diese Verbindungen unter sich nicht scharf getrennt sind. So ist denn auch das in der Mineralogie mit dem Namen Embolit bezeichnete Chlorbromsilber ein Mineral, für welches eine chemische Formel nicht aufzustellen sein wird; selbst die krystallisirten Varietäten zeigen ein wechselndes Verhältniss ihres Chlor- und Bromgehaltes. Im allgemeinen kennzeichnet sich in ihnen ein grösserer Bromgehalt durch eine mehr gelbliche Farbe, welche im gegentheiligen Falle bestimmter grün ist. Durch das Licht wird letztere weniger rasch verändert und geht allmählig in graubraun und braunschwarz über, wohingegen die Varietäten von mehr gelber Farbe rasch graugrün und dann langsam dunkler werden. Die Art der Lichteinwirkung ist bei dem reinen Chlorsilber in so fern abweichend als bei ihm, das Dunkelwerden von violeten Farbennuançen begleitet wird.

Die besprochenen Eigenthümlichkeiten, unter welchen diese Erzvorkommnisse auftreten, veranlassten die folgenden chemischen Untersuchungen einiger Varietäten von demselben Gange und aus verschiedener Teufe desselben. Das verwendete Material war vollkommen reines Erz, entweder in Krystallen oder derben Stücken. Die Nummern der Analysen beziehen sich auf folgende Substanzen.

I$_a$. Chlorsilber aus dem Tagebaue der Grube Los Bordos unfern Pabellon im Thale von Copiapò. In lettigen Zwischenlagen eines Porphyrtuffes lamellenartig vorkommend; die einzelnen Lamellen bis zu $^1/_4$ Zoll dick. Die Farbe ist rein weiss, verändert sich jedoch ungemein leicht am Lichte zunächst in violet-grau und bald in schwarz. Das Mineral ist sehr weich, es lässt sich mit dem Messer in ganz dünne

Spähnchen zerschneiden und ist auf den Schnittflächen stark wachsglänzend. Ausserdem hat dasselbe einen seidenartigen Schimmer und lässt quer gegen die Lamellen eine feinfasrige Struktur erkennen, dabei sehr durchscheinend und biegsam.

I^b. Chlorsilber von den Guias del Manto de Ossa in der Grube Bolaco viejo; aus 10 Meter Tiefe. Die äusseren Eigenschaften wie die bei I^a erwähnten. Bildet bis zu $^1/_2$ Zoll dicke Schnüre in einer compacten, vorwiegend aus gediegenem Silber bestehenden Erzmasse, welche, mit etwas Braunspath und fein vertheiltem Chlorsilber gemengt, eine feinkörnige Struktur und eine graugelbe Farbe besitzt.

II. Chlorbromsilber, krystallisirt. In ganz frischem Zustande von grüner Farbe, am Lichte allmählig dunkler werdend. Die meist sehr kleinen Kryställchen sind auf den Flächen stark glasglänzend. Die gewöhnlich vorkommenden Formen sind: Würfel, Octaeder, Granatoeder und deren Combinationen. Als Seltenheit habe ich auch Tetraeder mit abgestumpften Kanten und eine wegen ihrer Kleinheit bis jetzt nicht näher bestimmte Zwillingsbildung gefunden.

III. Chlorbromsilber, krystallinisch körnige Masse in dicken Partien einem dunklen Kalkspathe eingewachsen. Die Masse lässt sich unschwer zerkrümeln und hat eine grünlich gelbe Farbe, welche jedoch bald und selbst unter möglichstem Ausschlusse von Licht in Graugrün übergeht.

IV. Chlorbromsilber, krystallinisch sehr feinkörnige Masse von gelber Farbe in Hornstein eingewachsen. Die Farbe verändert sich alsbald in schmutzig graugrün.

V. Chlorbromsilber, rindenartig auf Kluftflächen einer sehr silberreichen Erzmasse aufgewachsen. Die Krusten sind viel weniger geschmeidig als die von Chlorsilber und lassen sich bis zu einem gewissen Grade sogar pulvern. Die Farbe ist seladongrün und verändert sich weniger leicht als bei den vorigen.

VI. Jodsilber, krystallisirt; die Krystalle jedoch undeutlich. Das Mineral ist von rein schwefelgelber Farbe und verändert sich am Lichte in längerer Zeit in der Weise, dass es opac und weiss wird, wobei eine Volumvergrösserung stattfindet. Es gibt vom Jodsilber noch eine andere Varietät, welche eine mehr gesättigte, fast orangegelbe Farbe besitzt und welche sich am Lichte nicht verändert. Dieselbe ist jedoch sehr selten und mir nicht adquirirbar gewesen.

Die Nummern II bis VI sind von dem Gange Corrida colorada aus successive grösserer Teufe in der Etage der betreffenden Verbindungen.

Die Methode, nach welcher die Analysen ausgeführt wurden, war die der Reduction mit Zink und Bestimmung des reducirten Silbers als Chlorsilber. Das gelöste Chlor-, Brom- und Jodmetall wurde wieder mit Silber gefällt und dieser Niederschlag zur Chlor- und Brombestimmung in Rechnung gezogen. Bei Gegenwart von Jod geschah dessen Bestimmung direct durch Palladiumchlorid aus einer abgetheilten Menge jener Lösung. — Es erscheint diese Methode zweckmässiger als diejenige der Verwandlung in Chlorsilber oder gediegen Silber durch Ueberleiten von Chlorgas oder Wasserstoff über die bis zum Schmelzen erhitzte Substanz. Man kann das Ueberleiten stundenlang fortsetzen, ohne eine vollständige Umwandlung zu erreichen, selbst wenn man die Kugelröhre häufig dreht, um die stockende Einwirkung, welche durch eine Krustenbildung auf der Oberfläche entsteht, zu beseitigen. Dabei bleibt man unsicher, ob nicht eine Verflüchtigung stattfindet, auch wird bei Anwendung von Chlorgas die Röhre angegriffen und gelb gefärbt.

Auch die Methode der Digestion der betreffenden Substanz mit Brom- resp. Jodkalium lieferte keine genauen Resultate, selbst dann nicht, wenn die Operation im zugeschmolzenen Rohre vorgenommen und 3—4 Stunden lang unter Anwendung erhöhter Temperatur fortgesetzt wurde. Der Grund für das Misslingen mag darin zu finden sein, dass die zu untersuchende Verbindung nicht in die nothwendige feine Vertheilung zu bringen war. Es sind diese natürlichen Verbindungen von sehr dichter Beschaffenheit, welche durch Zerschneiden mit einem Messer nicht genügend beseitigt werden kann.

Die Reduction mit Zink erfolgt am raschesten bei Gegenwart von Platin; ein Zusatz von Säure ist dabei nicht nothwendig. Bei Anwendung massiver Erzstückchen von ca. 1 grm. Gewicht kann man sicher sein, dass nach 8, höchstens 10 Stunden eine vollkommene Reduction stattgefunden hat. Wird dann das Silber 8 bis 10 mal mit Wasser ausgekocht, so löst sich dasselbe fast stets klar auf. Bleibt oder bildet sich bei der Auflösung ein kleiner Rückstand, so kann man diesen in der Regel bequem decandiren und von neuem mit Zink behandeln. Enthalten die Erze Quecksilberchlorür, so bleibt der grösste Theil desselben bei Lösen des Silbers mit verdünnter Salpetersäure zurück. Der in Lösung gegangene Theil wurde nach der Silberbestimmung aus der bis auf ein kleines Volum eingedampften Flüssigkeit mit phosphoriger Säure gefällt; es waren dieses jedoch stets nur sehr geringe, kaum wägbare Mengen.

In den folgenden Tabellen finden sich in der ersten derselben die unmittelbaren Versuchsresultate der Analyse, aus welchen die weiter tabellarisch zusammengestellten Zusammensetzungen berechnet sind.

	Ia	Ib	II	III	IV	V	VI
Angewandt	1.1248	1.0748	1.0171	0.7380	0.9534	0.7895	0.3510
Silber als AgCl . .	1.0993	1.0677	0.9147	0.6282	0.7779	0.6602	0.2099
Chlor als AgCl . .	—	1.0761	—	—	—	—	—
Chlor + Brom als AgCl + AgBr	—	—	1.0168	0.7230	—	—	—
Chlor + Brom + Jod als AgCl + AgBr + AgJ	—	—	—	—	0.9203	0.7899	—
Quecksilberchlorür .	0.0174	0.0007	—	0.0153	0.0337	Spur	—
Palladium	—	—	—	—	Spur	0.0058	0.0802

Hieraus ergeben sich durch Rechnung folgende Werthe:

	Ia	Ib	II	III	IV	V	VI
Silber	0.8275	0.8035	0.6884	0.4728	0.5854	0.4966	0.1580
Chlorsilber	1.0993	1.0761	0.5855	0.3228	0.3188	0.2569	—
Bromsilber		—	0.4312	0.4002	0.6016	0.5075	—
Jodsilber	—	—	—	—	Spur	0.0253	0.3522
Quecksilberchlorür .	0.0174	0.0007	—	0.0153	0.0337	Spur	—

oder

Silber	0.8275	0.8035	0.6884	0.4728	0.5854	0.4966	0.1580
Chlor	0.2720 0.0026	0.2663 0.0001	0.1449	0.0798 0.0023	0.0789 0.0051	0.0636	—
Brom	—	—	0.1835	0.1703	0.2560	0.2169	—
Jod	—	—	—	—	Spur	0.0137	0.1904
Quecksilber . . .	0.0148	0.0006	—	0.0130	0.0286	Spur	
	1.1169	1.0705	1.0168	0.7382	0.9540	0.7908	0.3484

oder in procentischer Zusammensetzung:

	Ia	Ib	II	III	IV	V	VI
Silber	73.58	74.76	67.68	64.07	61.40	62.89	45.02
Chlor	24.42	24.68	14.25	11.12	8.81	8.07	—
Brom	—	—	18.04	23.07	26.85	27.35	—
Jod	—	—	—	—	Spur	1.73	54.25
Quecksilber . . .	1.31	0.07	—	1.78	2.99	Spur	—
	99.31	99.51	99.97	100.04	100.05	100.04	99.27

Zieht man das Quecksilberchlorür, als Beimengung betrachtet, von der angewandten Menge Substanz ab, so resultiren folgende Zusammensetzungen:

	Berechnet für AgCl		Gefunden Ia	Ib
Ag	108	75.26	74.73	74.82
Cl	35.5	24.74	24.56	24.68
	143.5	100.00	99.29	99.50

II

Ag	67.68	auf 1 Aeq. Ag
Cl	14.25	0.6415
Br	18.04	0.3599
	99.97	1.0014

III

Ag	65.42	auf 1 Aeq. Ag
Cl	11.04	0.5132
Br	23.57	0.4864
	100.03	0.9996

IV

Ag	63.65	auf 1 Aeq. Ag
Cl	8.58	0.4101
Br	27.83	0.5902
	100.06	1.0003

V

Ag	62.89	auf 1 Aeq. Ag
Cl	8.07	0.3904
Br	27.35	0.5871
J	1.73	0.0233
	100.04	1.0008

VI

	Berechnet für AgJ		Gefunden
Ag	108	45.95	45.02
J	127	54.05	54.25
	235	100.00	99.27.

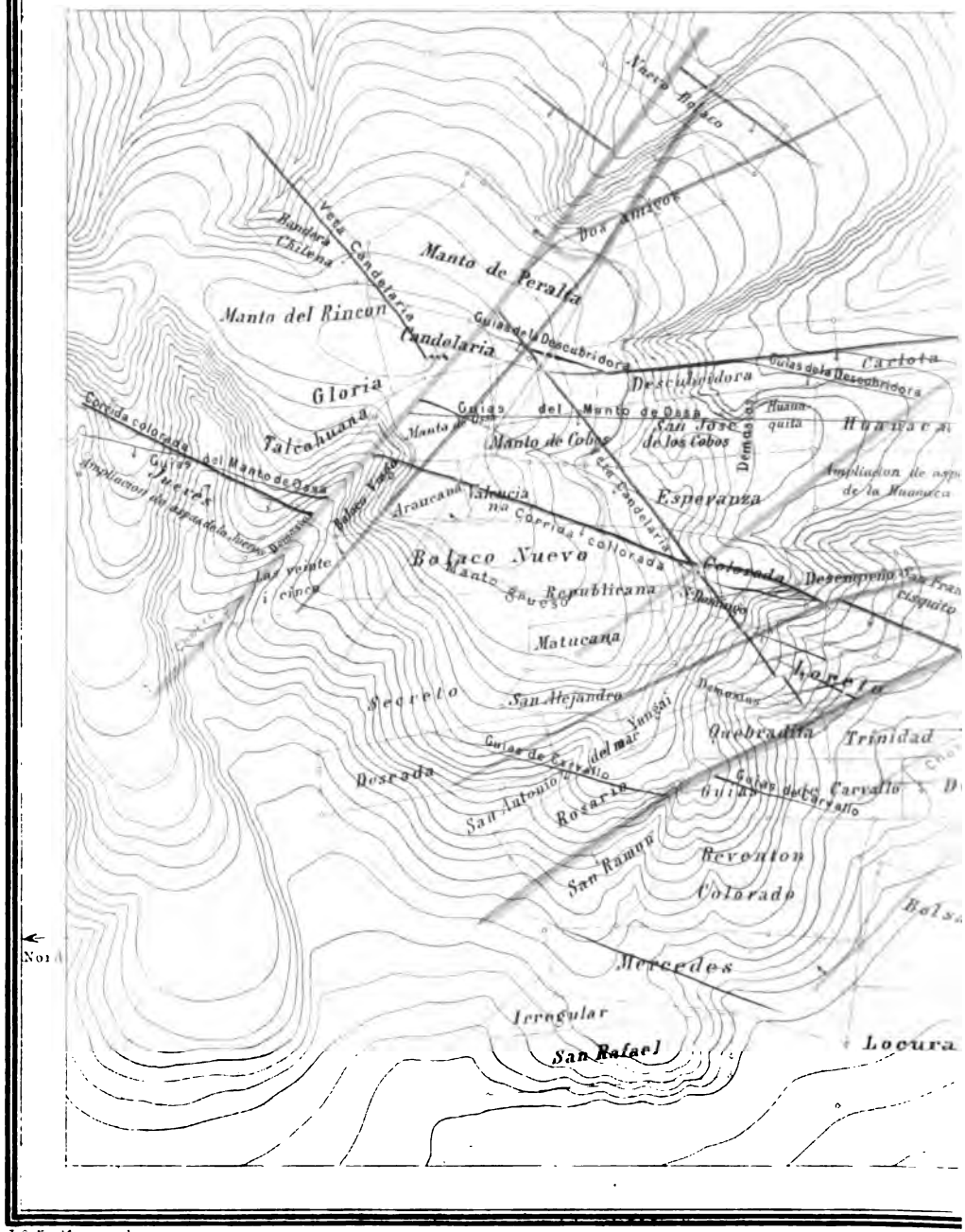
Druck von C. L. Pfeil in Marburg.

Situationsplan

CHAÑARCILLO

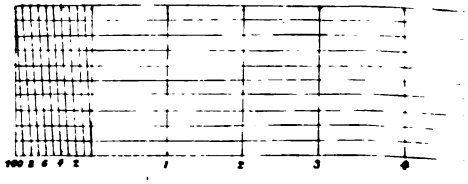
CH

Trigonometrisch aufgenomme



L. Fr. Moesta fecit

1/10,000



Die eingezeichneten Horizontalen umg

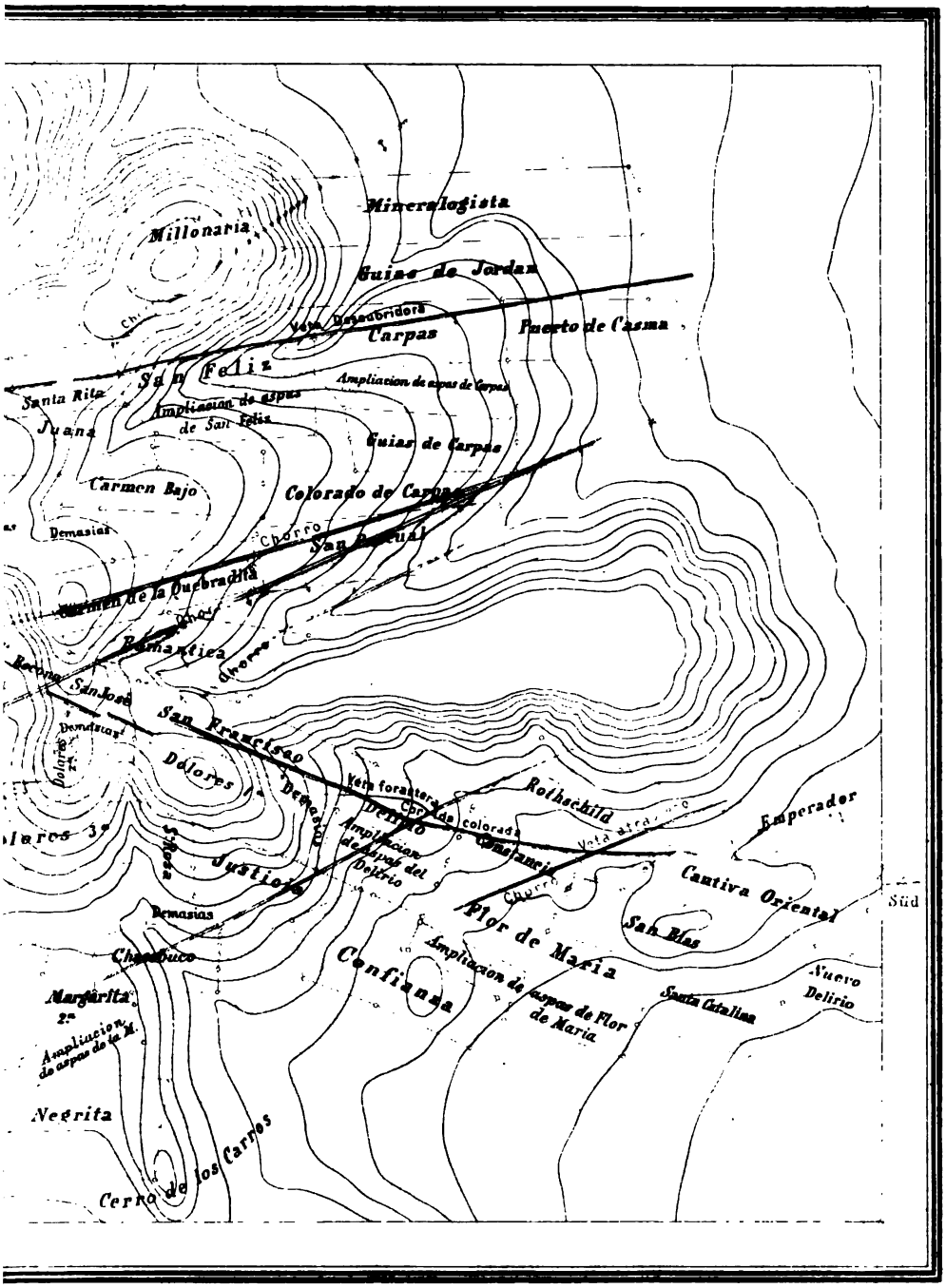
ı und Gangnetz

von

) IN ATACAMA

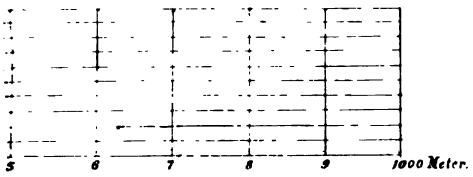
ILE

en im Jahr 1862 von Fr. Moesta.



Lith. u. Druck v. Armarin u. Pillmeier in Cassel.

l vv. G.



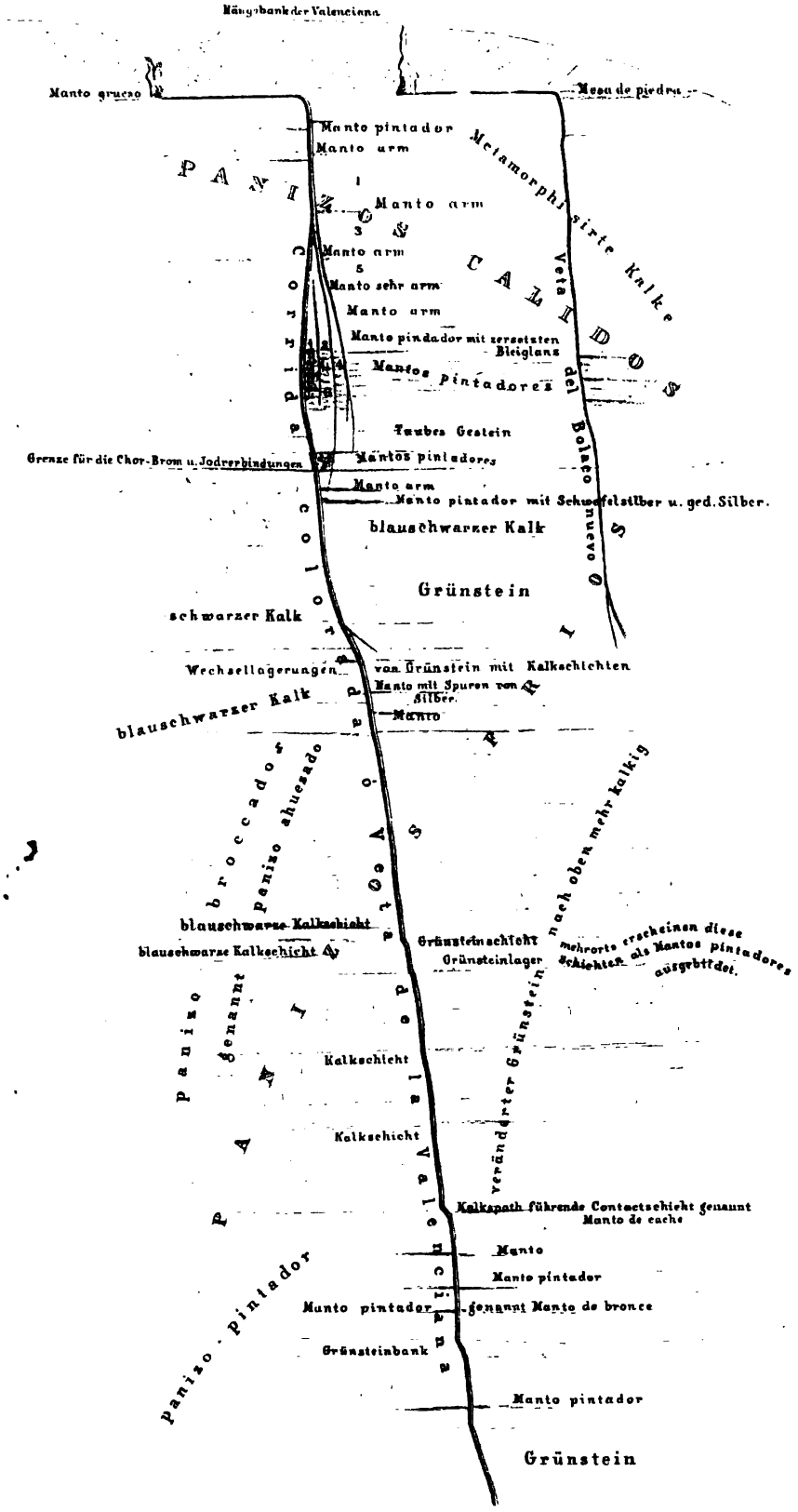
zen Terrainstufen von 10 Meter Höhe.

Profil

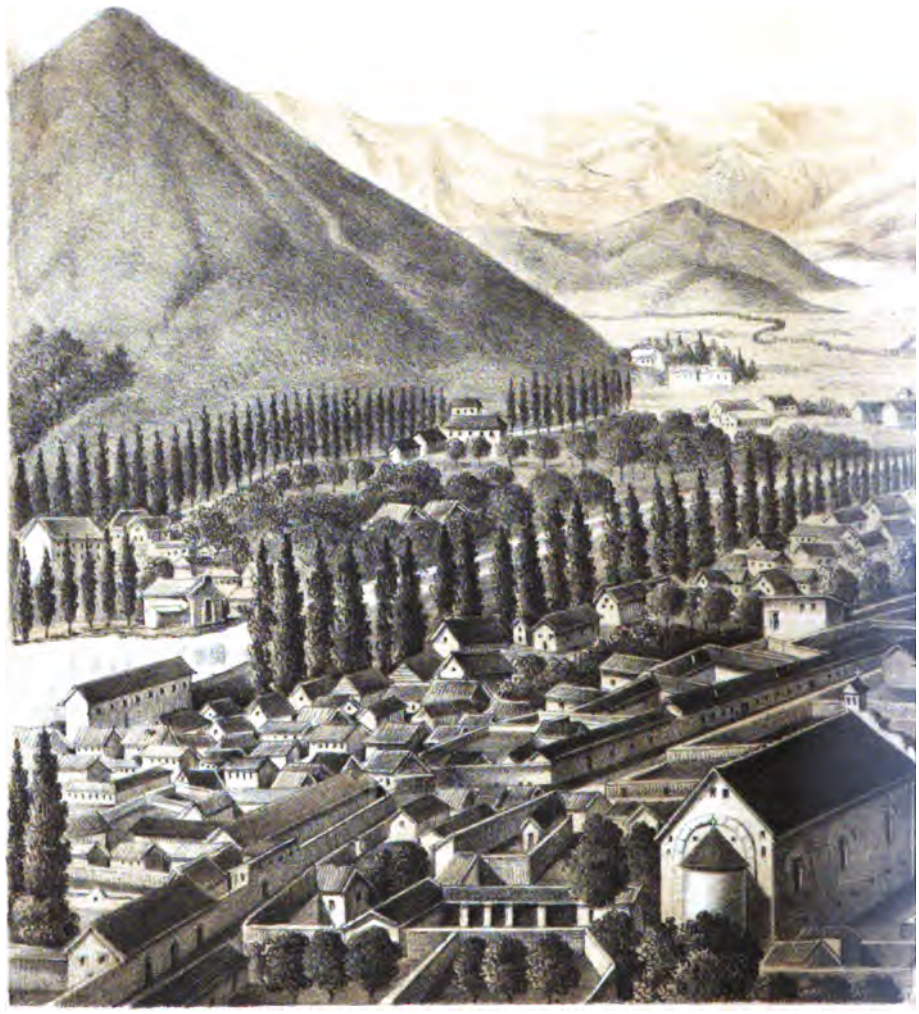
des

Gebirges von Chañarcillo

rechtwinklich gegen den Gang Corrida colorada in der Grube Valenciana.

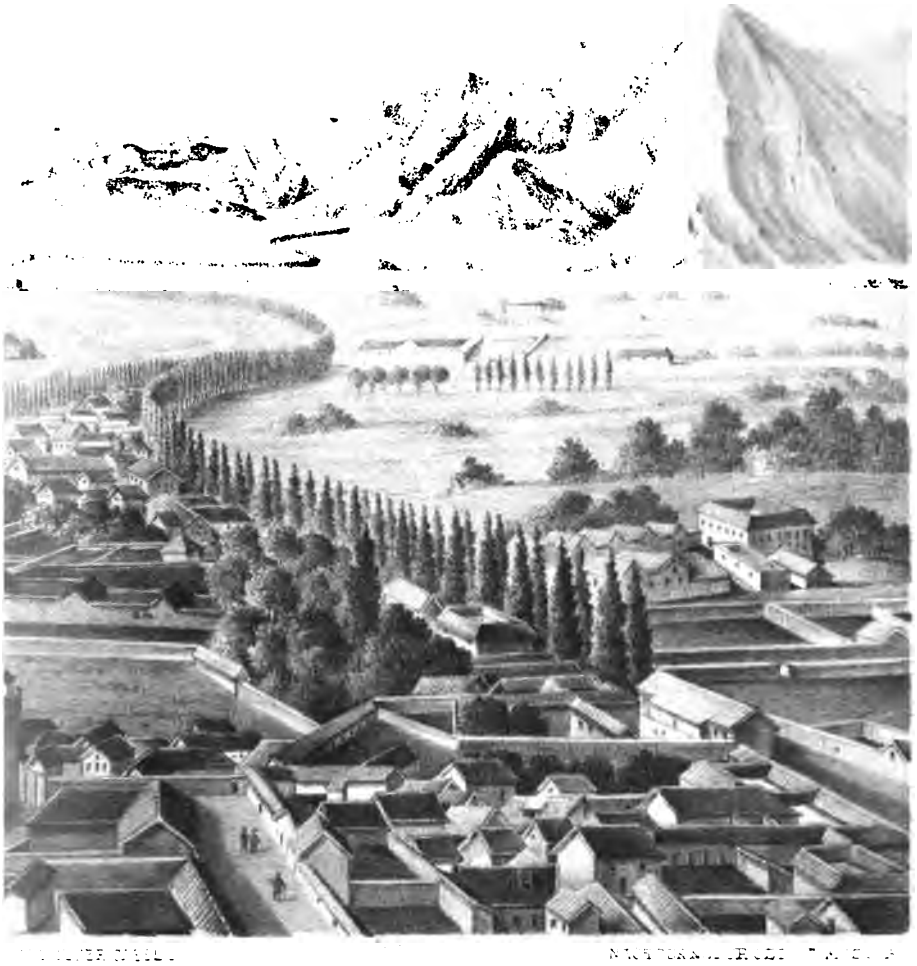


1/2300 d.w.G.



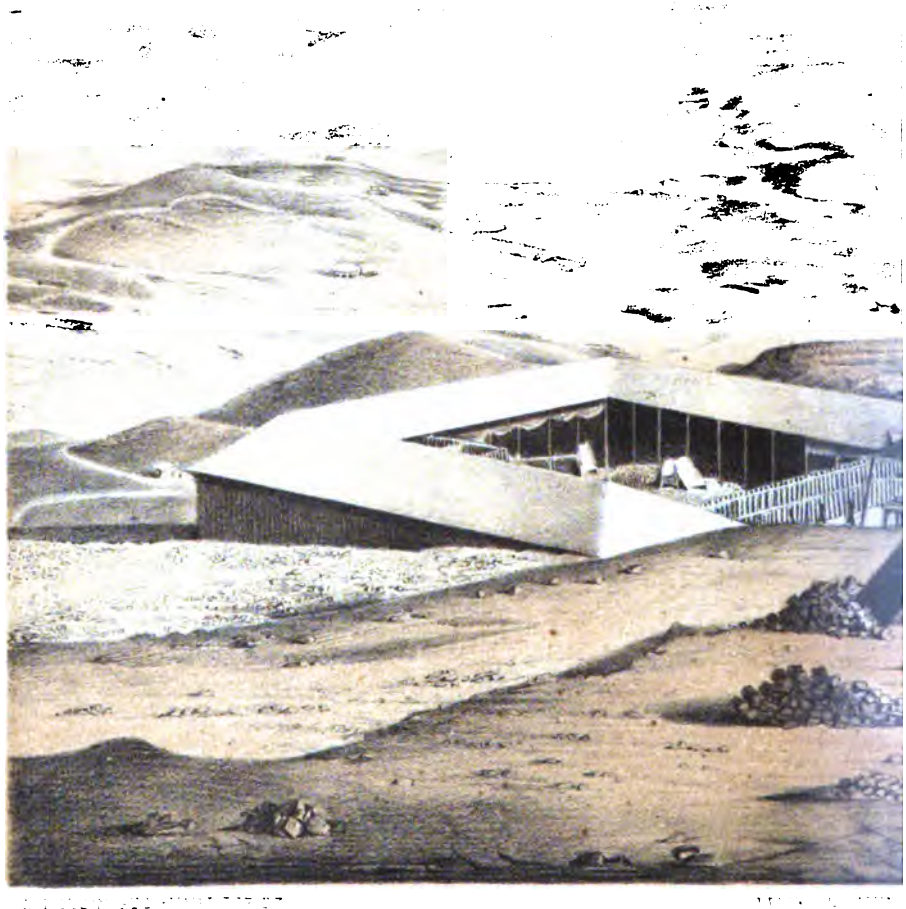
AUF STEIN GEZ. v. KARL SILTE. DRU[illegible]

El llaño longitudinal und da
vom Cerro Santa Luc



ıs Querthal des Mapocho

ı in Santiago aus gesehen



Travesia zwischen
von der Grube Valencia

Chañarcillo u. Huasco.

(Vom Chañarcillo aus gesehen.)

This book should be returned to the Library on or before the last date stamped below.

A fine of five cents a day is incurred by retaining it beyond the specified time.

Please return promptly.

DUE MAY 1 1915

DUE DEC 27 1917

MAR 2 '61 H

Eng 1438.70
Ueber das Vorkommen der Chlor-, Bro
Cabot Science
006062523
3 2044 092 013 069